

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日

2004 年 4 月 29 日 (29.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2004/036963 A1

- (51) 国際特許分類: H05G 1/32
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011358
- (22) 国際出願日: 2003 年 9 月 5 日 (05.09.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-262354 2002 年 9 月 9 日 (09.09.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立メディコ (HITACHI MEDICAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-0047 東京都千代田区 内神田一丁目 1 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 高橋 順 (TAKAHASHI, Jun) [JP/JP]; 〒270-0143 千葉県流山市 向小

金 1-238-1 ファミールガーデン南柏 402 号
Chiba (JP). 堂本 拓也 (DOMOTO, Takuya) [JP/JP]; 〒278-0022 千葉県野田市 山崎 1 3 3 1-4 6 Chiba (JP).
高野 博司 (TAKANO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒302-0115 茨城県守谷市 本町 4 1 7 5-4 Ibaraki (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

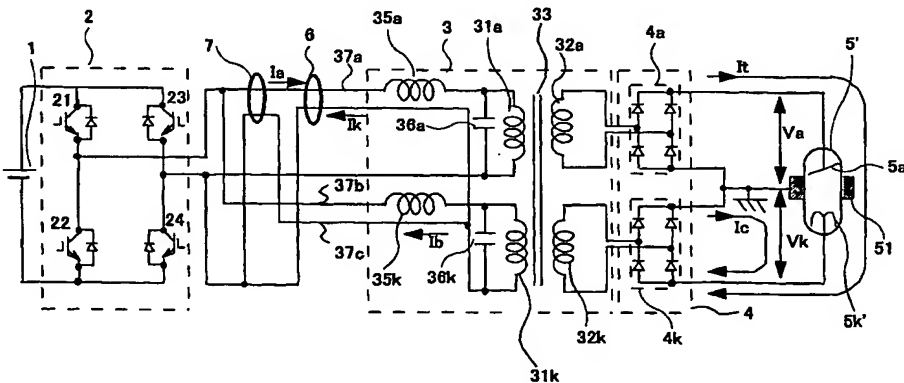
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: X-RAY GENERATOR AND X-RAY CT APPARATUS COMPRISING SAME

(54) 発明の名称: X線発生装置及びこれを用いたX線CT装置



(57) Abstract: A neutral grounding X-ray generator wherein in order to eliminate the unbalance voltage caused by the difference in impedance between parallel transformer coils in a high-voltage transformer and the unbalance voltage associated with the difference in impedance between two points above and below the neutral point caused in, particularly a metal X-ray tube, conductors through which currents flow in the opposite

directions on the primary side of the parallel transformer coils of the high voltage transformer are passed through a common troidal coil, or wound around the periphery of a troidal coil at a predetermined ratio of number of turns, thereby changing the primary current by the magnetic action and canceling the unbalance voltage appearing on the secondary side.

[続葉有]

WO 2004/036963 A1



(57) 要約:

中性点接地方式の X 線発生装置において、高電圧変圧器内の並列変圧コイル間のインピーダンスの差により生じるアンバランス電圧と、特にメタル X 線管で生じる中性点の上下におけるインピーダンスの差と関連するアンバランス電圧を除去するために、高電圧変圧器内の並列変圧コイルの一次側の線内で対向する方向に流れる複数の電流を共通のトロイダルコイルに貫通または巻回し、あるいは、所定の巻数比でトロイダルコイル外周に巻回し、磁気作用により、一次電流を変更し二次に現れるアンバランス電圧をキャンセルする。

明 細 書

X線発生装置及びこれを用いたX線CT装置

5 技術分野

本発明は、X線発生装置及びこれを用いたX線CT装置に関し、特に小型軽量化されたX線発生装置において、X線管のアノード・アース間電圧とカソード・アース間電圧とを均等にする事で装置の安定性および信頼性の確保が可能な技術に関する。さらには、このようなX線発生装置をX線CT装置のスキュナに搭載してスキュンの高速化を図ることが可能なX線CT装置に関する。

10

背景技術

X線を用いた画像診断装置は、X線管装置から発生したX線を被検体に照射し、該被検体を透過したX線量を検出して画像化するものである。X線管装置からX線を発生させるには、該X線管装置のアノードとカソード間に直流の高電圧を印加し、前記カソードを高温にすることにより発生する熱電子を高電圧で加速し、これをアノードに衝突させる。このため、アノードとカソード間に直流の高電圧を供給する高電圧電源が必要である。

15

このようなX線高電圧装置としては小型化及び性能面の点で格段に優れているインバータ式X線高電圧装置が普及し、現在では一般X線撮影装置から循環器X線撮影装置、X線CT装置等のほとんどのX線画像診断装置に用いられている。

20

図9は上記インバータ式X線高電圧装置の主回路構成の一例で、直流電源1から供給される電圧を電力用半導体スイッチング素子、例えば絶縁型バイポーラトランジスタ21、22、23、24、で構成されたフルブリッジ構成のインバータ回路2で高い周波数の交流電圧に変換し、この交流電圧を高電圧変圧器3で昇圧してこれを高電圧整流器4で直流の高電圧に変換しX線管5に印加する。前記高電圧変圧器3の一次巻線は、電流容量を確保するために、第一の一次巻線3aと第二の一次巻線3bの二つの一次巻線を並列にインバータ回路2の出力側に接続する構成をとっている。

25

そして、前記高電圧変圧器 3 の二次巻線は、第一の二次巻線 3c と第二の二次巻線 3d の二組の二次巻線から成り、第一の二次巻線 3c の出力電圧を第一の高電圧整流器 4a で第一の直流の高電圧 V_a に変換してこれを X 線管 5 のアノード 5a とアース間に印加し、前記第二の二次巻線 3d の出力電圧を第二の高電圧整流器 4b で第二の直流の高電圧 V_k に変換してこれを X 線管 5 のカソード 5b とアース間に印加し、前記第一の高電圧整流器 4a の直流出力端の負側と前記第二の高電圧整流器 4k の直流出力端の正側とを直列接続して、この接続点をアースに接続する中性点接地方式を採用している。

このような中性点接地方式を採用すると、X 線管 5 のアノードとカソード間の電圧(管電圧)を $1/2$ に分割してそれぞれアノードとアース間及びアースとカソード間に印加することができるため、高電圧変圧器及び高電圧整流器の絶縁耐電圧の確保が容易となる。しかし、この中性点接地方式では、下記のように第一の直流の高電圧 V_a と第二の直流の高電圧 V_k の間にアンバランスが生じることがあり、その原因の主たるものは下記の(1)と(2)である。

(1) ガラス X 線管およびメタル X 線管において、アノードとアース間に印加する電圧 V_a 及びアースとカソード間に印加する電圧 V_k を得るための二組の回路のインピーダンス(高電圧変圧器 3 の第一の一次巻線 3a 及び第一の二次巻線 3c による第一の回路のインピーダンスと、高電圧変圧器 3 の第二の一次巻線 3b 及び第二の二次巻線 3d による第二の回路のインピーダンス)との差によって、前記 V_a と V_k に差が生じる。

(2) メタル X 線管において、前記二組の V_a と V_k が印加される負荷のインピーダンス(V_a が印加される X 線管 5 のアノード 5a とアース間及び V_b が印加されるアースとカソード間のインピーダンス)の差によっても前記 V_a と V_k に差が生じる。なお、この現象はガラス X 線管では見られない。

例えば、最大管電圧が 150kV の X 線装置では、高電圧変圧器の二次巻線の耐圧や、X 線管のアノード及びカソードの対アース電圧は、それぞれ $1/2$ の 75kV に見積れば良い。しかし、上記のようなアンバランス電圧が生じ、それが大きくなるとアノード・アース間、あるいはカソード・アース間に定格以上の電圧が印加されることになるので、その分だけ X 線管はもとより高電圧変圧器や高電圧整

流器及びこれらに付属する高電圧部品の耐電圧を高くしておかなければならない。

また、これら高電圧部品を収納する筐体と高電圧部品の間の内部スペースを沿面距離と呼ぶが、この距離も耐電圧に応じ長くしなくてはならない。以上の理由で、アンバランス電圧が生じると、装置を大型にせざるを得なくなり、上記小型化の大きな障害となる。特に、スキャナに X 線高電圧装置を搭載して高速スキャンを図ろうとする場合、あるいは、システムのユニット数の低減を図ろうとする X 線 CT 装置にとっては大きな障害となる。

上記アンバランス電圧のうちメタル X 線管における(2)負荷のインピーダンスの差によるアンバランス電圧を認識し解決しようとするものとして、特開平 3-101098 号公報がある。これは中性点接地のメタル X 線管のアンバランス電圧を、複数ある変圧器の一次巻線のうち一方のリアクトルを切り替えて調整しようとするもので、その調整は計測を行いながらリアクトルをスイッチで切り替えている。このため調整幅が段階的であり、X 線管にあわせてリアクトルの切り替えが必要である。この X 線発生装置の搭載される X 線装置により、X 線管に実際に管電圧が印加して撮影が行なわれる間は上記調整を行なうことはできない。このため定期的に調整をしない必要がある。

発明の開示

本発明は、以上を鑑みて成されたものであり、その課題は、中性点接地方式の X 線発生装置において、上記高電圧変圧器のインピーダンス及び負荷のインピーダンスに差があってもアノード・アース間電圧とカソード・アース間電圧とをほぼ等しくできる X 線発生装置及びこれを X 線 CT 装置のスキャナに搭載して高速スキャンを図ることが可能な X 線 CT 装置を提供することにある。

すなわち、本願の第 1 の特徴によれば、交流電源に並列に接続された複数の一次巻線と、少なくともひとつの鉄心と、前記一次巻線にそれぞれ対応する複数の二次巻線を有し、前記交流電源電圧を昇圧する高電圧変圧器と、この高電圧変圧器の前記複数の二次巻線の出力に接続され、その出力を直流に変換し、直流変換した出力を直列接続し、その直列接続の中間を中性点接地するよう構成された複数の高電圧整流回路と、前記直列接続された複数の高電圧整流回路の両端にある

直流出力負端子と直流出力正端子とに、それぞれそのカソードとアノードが接続され、ここから所定の管電圧の印加を受ける X 線管と、を備えてなる X 線発生装置において、上記管電圧が印加される間は常に、同時点毎に前記複数の一次巻線にそれぞれ流れる複数の電流値を除算して得られる比を所定比に維持する。

5 背景技術で説明した(1)の高電圧変圧器のインピーダンスの差によるアンバランス電圧の除去は以下の手段によって達成される。

つまり、本願の第 2 の特徴によれば、第 1 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記所定比を 1 とし、複数の一次巻線にそれぞれ流れる複数の電流間に生ずる波形の差および位相の差を波形位相差除去手段により除去することで上記所定比を維持する。

10 本願の第 3 の特徴によれば、第 2 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記波形位相差除去手段は、透磁率の大きい磁性材料からなり中穴を有するコアを有し、前記複数の一次巻線と上記交流電源間を接続する複数の導体の一部を上記中空穴に貫通または巻回し、上記一次電流により発生する磁界を相互に打ち消すことで上記波形の差および位相の差を除去する。ここで、AL 値とは、コア固有の値で、そのコアに導体を N ターン巻いた時に得られるインダクタンスの値を 1 ターンあたりに正規化した値で、単位は $\mu\text{H}/\text{N}^2$ である。

15 本願の第 4 の特徴によれば、第 3 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記コアは、AL 値が高く、前記高電圧変圧器の漏れインダクタンスと同等以上のインダクタンスが得られるコアである。ここで、AL 値とは、コア固有の値で、そのコアに導体を N ターン巻いた時に得られるインダクタンスの値を 1 ターンあたりに正規化した値で、単位は $\mu\text{H}/\text{N}^2$ である。

20 本願の第 5 の特徴によれば、第 1 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記交流電源は、直流電源とここからの電流を高周波の交流電流に変換するインバータを有する。このように、インバータを用いて商用周波数よりも高い周波数の交流電源とすれば、X 線発生装置は小型、軽量化され、これを X 線 CT 装置のスキヤナに搭載することにより高速スキヤンの X 線 CT 装置が可能となる。

25 本願の第 6 の特徴によれば、第 1 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記 X 線管はそのほぼ中央に金属部を有するメタル X 線管であり、その金属部は上記

接地された中性点に接続される。

次に、背景技術の(2)に記載の負荷インピーダンスの差によるアンバランス電圧の除去、すなわち電流加算手段は以下の手段によって達成される。

すなわち、本願の第 7 の特徴によれば、第 1 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記所定比は 1 より小さい。

本願の第 8 の特徴によれば、第 7 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記複数の一次巻線と上記交流電源間をそれぞれ接続する複数の導体のうち二つ以上を透磁率の大きい磁性材料コアに共通に巻きつけて得られる電流加算手段を備え、これにより上記複数の電流値を所定比に維持する。

本願の第 9 の特徴によれば、第 8 の特徴に記載の X 線発生装置において、前記コアは、AL 値が高く、前記高電圧変圧器の漏れインダクタンスと同等以上のインダクタンスが得られるコアである。ここで、AL 値とは、コア固有の値で、そのコアに導体を N ターン巻いた時に得られるインダクタンスの値を 1 ターン当たり正規化した値で、単位は $\mu\text{H}/\text{N}^2$ である。

さらに、回路インピーダンスの差によるアンバランス電圧と負荷インピーダンスの差によるアンバランス電圧との両方のアンバランス電圧を低減できれば、それぞれ単独で用いる場合よりもその低減効果は増大する。すなわち、波形差位相差除去手段と電流加算手段とを併用する以下の手段によって達成される。

すなわち、本願の第 10 の特徴によれば、第 6 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記所定比を 1 より小さくし、複数の一次巻線にそれぞれ流れる複数の電流間に生ずる波形の差および位相の差を除去可能な波形位相差除去手段、および、上記複数の一次巻線と上記交流電源間をそれぞれ接続する複数の導体のうち二つ以上を透磁率の大きい磁性材料コアに共通に巻きつけて得られる電流加算手段を備え、上記波形位相差除去手段と上記電流加算手段により、上記複数の電流値を所定比に維持する。

本願の第 11 の特徴によれば、第 10 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記波形位相差除去手段は、透磁率の大きい磁性材料からなり中穴を有するコアを有し、上記複数の導体の一部を上記中空穴に貫通または巻回し、上記一次電流により発生する磁界を相互に打ち消すことで上記波形の差および位相の差を除去す

る。

本願の第 12 の特徴によれば、第 11 の特徴に記載の X 線発生装置において、上記 2 つのコアは、AL 値が高く、前記高電圧変圧器の漏れインダクタンスと同等以上のインダクタンスが得られるコアである。ここで、AL 値とは、コア固有の値で、そのコアに導体を N ターン巻いた時に得られるインダクタンスの値を 1 ターンあたりに正規化した値で、単位は $\mu\text{H}/\text{N}^2$ である。

さらに、上記特徴を有する X 線発生装置を備えた X 線 CT 装置によって達成される。

第 13 の特徴によれば、第 1 の特徴に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置が提供できる。

第 14 の特徴によれば、第 5 の特徴に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置が提供できる。

第 15 の特徴によれば、第 7 の特徴に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置が提供できる。

第 16 の特徴によれば、第 10 の特徴に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置が提供できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施例 1 に係わり、X 線発生装置において高電圧変圧器のインピーダンスの差により生ずるアンバランス電圧を除去するための構成を示す図である。図 2 は、図 1 の高電圧変圧器の構造を示す一部断面図である。図 3 は、
5 本発明の実施例 2 に係わり、X 線発生装置において高電圧変圧器のインピーダンスの差により生ずるアンバランス電圧を除去するための構成を示す図である。図 4 は、本発明の実施例 3 に係わり、X 線発生装置において高電圧変圧器のインピーダンスの差と負荷のインピーダンスの差により生ずるアンバランス電圧を除去するための構成を示す図である。図 5 は、図 4 の高電圧変圧器の第一の一次巻線
10 と第一の二次巻線および第二の一次巻線と第二の二次巻線のそれぞれの鉄心を分割した構成を示す図である。図 6 は、図 4 の構成によった場合の管電流と X 線管のアノード・アース間電圧及びカソード・アース電圧との関係を示す図である。図 7 は、本発明の実施例 4 に係わり、X 線発生装置において高電圧変圧器のインピーダンスの差と負荷のインピーダンスの差により生ずるアンバランス電圧を除去するための構成を示す図である。図 8 は、本発明の実施例 5 に係わり、例えば
15 図 4 に示した X 線発生装置をスキャナ回転部に搭載した X 線 CT 装置の構成を示す図である。図 9 は、従来の X 線発生装置の主回路構成の一例を示す図である。図 10 は、高電圧変圧器のインピーダンスの差により生ずるアンバランス電圧を説明するために高電圧変圧器の等価回路を示す図である。図 11a と 11b は、高電圧変圧器のインピーダンスの差により生ずるコモンモード電流を説明するために高電圧変圧器の一次巻線に流れる電流波形を示す図で、図 11a がコモンモード電流の有る場合、図 11b がコモンモード電流のない場合を示す。図 12 は、メタル X 線管を用いた従来の X 線発生装置の構成を示す図である。図 13 は、メタル X 線管を用いた従来の X 線発生装置のアノード・アース間電圧及びカソード・アース間電圧にアンバランス電圧が現れている状態を示す図である。
20
25

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明の実施例による X 線発生装置は、中性点接地方式の全てのものに適用できるが、以

下実施例ではインバータ式X線高電圧装置を用いたX線発生装置を例に説明する。

実施例1

この実施例では、背景技術で説明した(1)の高電圧変圧器のインピーダンスの差によるアンバランス電圧の除去が可能なX線高電圧装置を説明する。

5 前記(1)の高電圧変圧器のインピーダンスの差による V_a と V_k の差(以下、これをアンバランス電圧と呼ぶ)の発生原因について分析し、引き続き本実施例による解決手段を説明する。図9はガラスX線管を使用したX線発生器を示している。このうち高電圧変圧器3において、高電圧側になる二次巻線3c、3dと低電圧側になる一次巻線3a、3bとの間の電圧差が非常に大きい為に、それぞれの一次巻線3a、3bと二次巻線3c、3dとの間に、所定の距離を設けると共に絶縁物を介在させるので、発生した磁束の一部は上記一次巻線3a、3bと二次巻線3c、3dとの間及び前記各巻線と鉄心3eとの間を通過して漏れ磁束となる。

10 従って、第一の一次巻線3aと二次巻線3cとで一つの変圧器を構成し(以下、このように形成される変圧器を第一の変圧器と呼ぶことにする)、第二の一次巻線3bと二次巻線3dとでもう一つの変圧器(以下、このように形成される変圧器を第二の変圧器と呼ぶことにする)を構成していると見なすことができる。このような構成の高電圧変圧器においては、上記の漏れ磁束は漏れインダクタンスとして作用し、また高電圧変圧器は巻数比が非常に大きい(数百～千数百)ため、二次巻線3c、3dの巻線数は非常に多く、数十層にわたって巻かれることになる。

20 そして、それら層間には浮遊静電容量が生じることになる。これらの漏れインダクタンス及び浮遊静電容量の寄生インピーダンスは、高電圧変圧器3の一次側から見た場合、等価的には、図10に示すように、漏れインダクタンス3f、3gはそれぞれの一次巻線と直列に、浮遊静電容量3h、3iはそれぞれの一次巻線と並列に接続された形となる。このような漏れインダクタンスと浮遊静電容量との寄生インピーダンスが存在する高電圧変圧器を中性点接地方式のX線高電圧装置に
25 用い、第一の変圧器と第二の変圧器のインピーダンスに差が生じると、図11(a)に示すように、第一の変圧器の一次側に流れる電流 I_{a1} (X線管5のアノード5a側の電流に対応)と第二の変圧器の一次側に流れる電流 I_{b1} (X線管5のカソード5b側の電流に対応)に流れる電流の波形と位相に差が生じる。

この差の原因は、第一の変圧器の漏れインダクタンス $3f$ と浮遊静電容量 $3h$ による第一の共振電流の波形と位相と、第二の変圧器の漏れインダクタンス $3g$ と浮遊静電容量 $3i$ による第二の共振電流の波形と位相との差であるため、前記漏れインダクタンス $3f$ と $3g$ 及び浮遊静電容量 $3h$ と $3i$ をそれぞれ等しくすれば発生しない。

しかし、これらインダクタンスと静電容量の差は第一の一次巻線 $3a$ と第二の一次巻線 $3c$ 及び第一の二次巻線 $3b$ と第二の二次巻線 $3d$ との間に製作上のばらつきによる一次・二次巻線間のキャップや一次・二次巻線径等の各種寸法に起因して生じる差であるため完全に等しくするのは困難である。このように、第一の変圧器の一次側に流れる電流 $Ia1$ と第二の変圧器の一次側に流れる電流 $Ib1$ との間に波形や位相の差が生じると、これと同時に、これらの電流によって発生した磁束によって誘起された第一及び第二の変圧器の二次巻線電圧を整流して得られる X 線管 5 のアノード・アース間電圧 Va とカソード・アース間電圧 Vk とに差を生じる。以下、上記第一の変圧器の一次側に流れる電流 $Ia1$ と第二の変圧器の一次側に流れる電流 $Ib1$ との間の波形や位相のずれ成分、すなわち $(Ia1 - Ib1)$ ないしはその絶対値を波形差位相差ないしはコモンモード電流と呼ぶ。

特に、インバータ回路の電流低減と高電圧変圧器の巻数比を低減して装置全体の小型化を図るために、インバータ回路の直流電源電圧を高くし、該インバータ回路の導通幅を制御して管電圧を制御する方式では、管電流の小さい軽負荷領域では前記導通幅を非常に小さくしなければならない。この場合、前記漏れインダクタンス $3f$ と浮遊静電容量 $3h$ による第一の共振周波数と前記漏れインダクタンス $3g$ と浮遊静電容量 $3i$ による第二の共振周波数は、インバータ 2 の動作周波数よりも一桁程度高いために、前記第一の共振周波数と第二の共振周波数にわずかな差があっても、これらの電流とインバータ 2 の出力電圧との積であるアノード・アース間に供給する電力とカソード・アース間に供給する電力、すなわちアノード・アース間電圧 Va とカソード・アース間電圧 Vk に大きな差が生じる。

このアンバランス電圧は、従来のようにインバータ回路の直流電源電圧が高くない場合は小さく、それほど問題にならない。しかし、上記のようにインバータ回路の直流電源電圧を高くした場合は、インバータ回路のスイッチング素子の導

通幅の可変範囲は従来よりも広くなり、該導通幅の狭い軽負荷においては無視できないものとなる。

なお、上記ではガラス X 線管を中心に説明してきたが、図 12 のように X 線管を収納する容器の一部が金属で形成され、この金属部をアースに接続してなるメタル X 線管を用いた場合にも同様のコモンモード電流が生じる。

本発明の実施例 1 を図 1 を参照して説明する。図 1 は、高電圧変圧器のインピーダンス差により生ずるアンバランス電圧の除去を主目的とするインバータ式 X 線高電圧装置の全体構成図である。

この X 線高電圧装置は、直流電圧をインバータ回路を用いて高周波の交流電圧に変換し、その出力電圧を高電圧変圧器で昇圧し、この電圧を整流して X 線管に印加して X 線を放射するもので、図に示すように、直流電源 1 と、電力用半導体スイッチング素子である絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (Insulated Gate Bipolar Transistor、以下、IGBT と略称する) IGBT21~24 から構成されるフルブリッジ型のインバータ回路 2 と、高電圧変圧器 3 と、高電圧整流器 4 と、X 線管 5 等を備えて構成される。

本実施例では、X 線管はガラス X 線管であってもメタル X 線管であってもよいが、図 1 にはガラス X 線管の場合を示している。図中、4a は第一の高電圧整流器、4k は第二の高電圧整流器、5a はアノード、5k はカソード、6 はコモンモード電流除去用コア、31a は第一の一次巻線、31k は第二の一次巻線、32a は第一の二次巻線、32k は第二の二次巻線、33 は鉄心、35a は第一の漏れインダクタンス、35k は第二の漏れインダクタンス、36a は第一の浮遊容量、36k は第二の浮遊容量、37a は第一の接続導体、37b は第二の接続導体、Ix は管電流、Va はアノード電圧、Vk はカソード電圧、Ia はアノード側共振電流、Ik はカソード共振側電流である。

次に、上記構成要素の機能についてそれぞれ簡単に説明する。上記直流電源 1 は、直流電圧を供給する手段であり、この部分には、例えばバッテリーを用いてもよいし、あるいは 50Hz または 60Hz の交流の商用電源の電圧を整流すると共にコンデンサ等の平滑素子で平滑することによって直流電圧を得る手段、例えばダイオードやサイリスタによる整流回路、もしくは IGBT を適用した昇圧機能を持

つ例えば特開平 7-65987 号公報に開示されているパルス幅変調制御を用いたコンバータ回路でも良い。

5 この場合、同公報に開示されているパルス幅変調制御を用いたコンバータ回路を用いれば、インバータ回路の直流電源電圧を高くすることができただけでなく、商用交流電源の相電圧と相電流の位相を一致させて力率をほぼ 1 にすることができ、上記ダイオードやサイリスタによる整流回路を用いるコンバータ回路方式よりも無効電流が大幅に低減されて電源設備容量の低減も可能になるというメリットがある。

10 インバータ 2 は、上記直流電源 1 から出力された直流電圧を受電して高周波の交流電圧に変換すると共に X 線管 5 に印加する電圧(以下管電圧)を制御するものである。

15 高電圧変圧器 3 は、上記インバータ 2 の交流出力電圧を昇圧するもので、その一次巻線がインバータ 2 の出力側に接続されている。ここで、一次巻線は十分な電流容量を確保すると共に高周波で大電力を供給するために、第一の一次巻線 31a と第二の一次巻線 31k の二組の一次巻線を並列に接続し、前記第一、第二の一次巻線 31a、31k が U-U 型のカットコアの二脚に巻かれている。

20 一方、二次巻線は、上記各脚の一次巻線 31a、31k に対応して巻かれ、その一方がアース電位に対してアノード側の管電圧を発生する第一の二次巻線 32a と、他方がアース電位に対してカソード側の管電圧を発生する第二の二次巻線 32k とを有する。

25 図 2 は、図 1 における変圧器の構造(一部断面)を示す図である。側面視で O の字形の鉄心(U-U コア)33 の一方の脚 34a には、第一の一次巻線 31a と第一の二次巻線 32a とが巻かれており、他方の脚 34k には、第二の一次巻線 31k と第二の二次巻線 32k とが巻かれている。そして、X 線高電圧装置に使用される高電圧変圧器 3 は、高電圧側になる二次巻線と低電圧側になる一次巻線との間の電圧差が非常に大きくなる為に、それぞれの一次巻線 31a、31k と二次巻線 32a、32k との間に、所定の距離を設けると共に絶縁物(図示省略)を介在させなければならない。

このことから、磁束の一部が上記一次巻線 31a、31k と二次巻線 32a、32k と

の間を通過し、又は各巻線と鉄心 33 との間を通過して漏れ磁束が生じ易いという特徴がある。この漏れ磁束は、漏れインダクタンス 35a, 35k として作用し、これらは等価的にそれぞれの一次巻線 31a, 31k と直列に接続されることになる。

また、高電圧変圧器は巻数比が非常に大きい(数百～千数百)為、二次巻線 32a, 32k の巻数は非常に多く、数十層にわたって巻かれる。したがって、それらの層間には浮遊静電容量 36a, 36k が生じることになり、これらは一次側から見た場合、等価的には二次巻線の出力と並列に接続されることになる。このように、発生した磁束の一部は鉄心を通らず、見かけ上、第一の一次巻線 31a と二次巻線 32a とで一つの変圧器を構成し、第二の一次巻線 31k と二次巻線 32k とでもう一つの変圧器を構成していると見なすことができる。

高電圧整流器 4 は、高電圧変圧器 3 からの高周波の交流高電圧を受電して直流に変換するものであり、上記第一の二次巻線からの出力電圧を受電する第一の高電圧整流器 4a、上記第二の二次巻線からの出力電圧を受電する第二の高電圧整流器 4k から成る。第一の高電圧整流器 4a は、アースに対して X 線管のアノード側に電圧を印加し、第二の高電圧整流器 4k はアースに対して同じくカソード側に電圧を印加するようになっている。

X 線管 5 は、上記高電圧整流器 4 からの直流高電圧が印加されて X 線を放射するもので、熱電子を発生するカソード 5k と、このカソード 5k からの熱電子が衝突することによって X 線を発生するアノード 5a とを有してなり、上記アノード 5a は第一の高電圧整流器 4a の出力側に接続され、他方カソード 5k は第二の高電圧整流器 4k の出力側に接続される。6 は、高電圧変圧器 3 のインピーダンスの差によるアンバランス電圧をなくするための波形差位相差除去手段としての第一のコアである。

次に、このように構成されたインバータ式 X 線高電圧装置の動作について説明する。まず、図 1 において、直流電源 1 の直流電圧は、インバータ 2 により交流電圧に変換される。次に、上記インバータ 2 から出力される交流電圧は、第一の漏れインダクタンス 35a と第一の浮遊静電容量 36a とからなる第一の共振回路に印加されて共振電流 I_a が流れる。

そして、この共振電流 I_a によって第一の二次巻線 32a から交流電圧が出力さ

れ、その後第一の整流器 4a によって直流に変換されて、負荷である X 線管 5 のアノード 5a 側からカソード 5k 側に流れる電流 I_x を供給する。

これと同時に、上記インバータ 2 から出力される交流電圧は、第二の漏れインダクタンス 35k と第二の浮遊静電容量 36k とからなる第二の共振回路に印加されて共振電流 I_k が流れる。そして、この共振電流 I_k によって第二の二次巻線 32k から交流電圧が出力され、その後第二の整流器 4k によって直流に変換されて、負荷である X 線管 5 のアノード 5a 側からカソード 5k 側に流れる電流 I_x を供給する。

ここで、共通の電圧源であるインバータ 2 の出力から見た第一の漏れインダクタンス 35a のインダクタンスを L_a 、第二の漏れインダクタンス 35k のインダクタンスを L_k とし、また第一の浮遊静電容量 36a の静電容量を C_a 、第二の浮遊静電容量 36k の静電容量を C_k とする。さらに、X 線管 5 のアノード側の負荷抵抗を R_a 、カソード側の負荷抵抗を R_k とし(通常は $R_a = R_k$)、電圧源であるインバータ 2 の出力電圧の角周波数を ω とすると、電圧源に対する電流 I_a 、 I_k の位相は、

$$I_a \text{ の位相} : -\tan^{-1}[(\omega \cdot L_a - (\omega \cdot C_a)^{-1})/R_a] \quad \text{--- (1)}$$

$$I_k \text{ の位相} : -\tan^{-1}[(\omega \cdot L_k - (\omega \cdot C_k)^{-1})/R_k] \quad \text{--- (2)}$$

で表せる。従って、第一の一次巻線 31a と第二の一次巻線 31k、第一の二次巻線 32a と第二の二次巻線 32k との間に製作上のばらつきが生じると、図 11 に示したように(I_a は I_{a1} に、 I_k は I_{b1} に対応)、第一の共振電流 I_{a1} の位相と第二の共振電流 I_{k1} の位相とがずれてしまうことになる。

そして、この位相のずれは、インバータ 2 のスイッチング素子 21~24 の導通幅が小さい撮影条件、すなわち管電圧が大きく、管電流が小さい軽負荷条件の際には、共振電流波形に微小の差があっても、二次巻線の出力電圧に大きな影響を与える為に、アノード側の管電圧とカソード側の管電圧との間に大きなアンバランス電圧をもたらす。このようなアンバランス電圧が生じた場合、それが大きくなるとアノード・アース間、あるいはカソード・アース間に定格以上の電圧が印加されることになるので、その分だけ、X 線管はもとより高電圧変圧器や高電圧整流器及びこれらに付属する高電圧部品の耐電圧を高くしなければならないので、

装置の大型化を招き、上記小型化の大きな障害となる。

そこで、上記のようなアンバランス電圧をなくする手段として設けたのが波形差位相差除去手段としての第一のコア 6 である。

以下、この動作について詳述する。前記図 11(a)に示した電流 I_c は、 I_a と I_k の差分のコモンモード電流である。このコモンモード電流 I_c 分を前記 I_a と I_k の間から除去できれば、該 I_a と I_k の位相を一致させることができ、このとき同時にアンバランス電圧が無くなる。すなわち、上記管電圧が印加される間は常に、同時点毎に上記 2 つの一次巻線 31a と 31k にそれぞれ流れる 2 つの電流値 I_a と I_k を除算して得られる比が所定比 1 となるように維持することでアンバランス電圧をなくすることができる。

本発明の実施例 1 では、波形差位相差除去手段として、透磁率の非常に高い磁性素材からなるトロイダルコア(AL 値が高く、漏れインダクタンス 35a, 35k と同等以上のインダクタンスが得られる)を第一のコア 6 として使用する。なお、AL 値とは、コア固有の値で、そのコアに導体を N ターン巻いた時に得られるインダクタンスの値を 1 ターン当たりに正規化した値で、単位は $\mu\text{H}/\text{N}^2$ である。

第一の共振電流 I_a が流れる第一の一次巻線 31a とインバータ 2 の出力端とを接続する第一の接続導体 37a と、第二の共振電流 I_k が流れる第二の一次巻線 31k とインバータ 2 の出力端とを接続する第二の接続導体 37b とを、前記 I_a と I_k の電流の向きが互いに反対になるようにして、第一のコア 6 に貫通させる。二つの共振電流 I_a , I_k の向きが互いに反対であるために、コア 6 に生じる磁束の向きが逆となり、互いの波形と位相を歩み寄せ、二つの共振電流波形が重なるようになり、最終的に全く磁束が発生しない状態に推移する。

本発明に用いるコア 6 は非常に AL 値の高いものを用いているので、前記二つの共振電流波形の差分に対しては非常に大きなインピーダンスとして働くため、早期にコモンモード電流 I_c をキャンセルし、二つの共振電流 I_a , I_k を同じにすることができる。

以上のように、同じ電圧源としてのインバータ 2 に接続された二つの共振電流 I_a , I_k の波形と位相を同じにできるので、第一の二次巻線 32a と第二の二次巻線 32k に供給される電力(電圧×電流)が一致し、アノード側、カソード側の管電圧の

差(アンバランス電圧)をなくすることができる。

また、上記においては、第一の接続導体 37a と第二の接続導体 37b を同じトロイダルコア 6 に貫通させるだけだったが、さらに結合を強めるためには、二つの共振電流 I_a , I_k が流れる接続導体を同じターン数だけこのコアに巻いても良い。

- 5 なお、後に図 5 の高電圧変圧器の構成に示すように、図 1 と 2 の高電圧変圧器の第一の一次側巻線と第一の二次側巻線の組および第二の一次側巻線と第二の二次側巻線の組それぞれの鉄心を分割してもよい。図 2 では、O 字状の鉄心 33 の上下の部分を左右に分割することになる。

- 10 このような構成をとると、図 1 に示す鉄心を分離しない場合に比べ、一次と二次巻線の組同士が磁氣的に分離され、相互に及ぼす影響をなくすることができる。つまり、第一の二次側電流を大きくして第二の二次側電流に近づけるという目的がある時、第一の一次側巻線に流れる電流が大きくなるように上記波形差位相差除去手段にて補正する。

- 15 この時、鉄心が分離していれば、第一の二次側巻線にのみ磁束が及び第一の二次側電流のみ増加するが、鉄心が分離していなければ、第二の二次側巻線にまで上記第一の一次側巻線の磁束が及ぶ場合がありえる。この場合、第二の二次側電流も増加し、第一の二次側電流を大きくして第二の二次側電流に近づけるという当初目的が達成されないことになってしまう。つまり、それぞれの鉄心を分割すれば上記オフセット電圧の補正がより確実となる。

20 実施例 2

- 25 この実施例では、背景技術および実施例 1 で説明した(1)の高電圧変圧器のインピーダンスの差によるアンバランス電圧の除去が可能な X 線高電圧装置を説明する。図 3 は、実施例 2 に係わり、高電圧変圧器のインピーダンス差により生ずるアンバランス電圧の除去を主目的とするインバータ式 X 線高電圧装置の全体構成図である。実施例 2 も、実施例 1 と同様、X 線管はガラス X 線管であってもメタル X 線管であってもよいが、図 3 では図 1 同様、ガラス X 線管の場合を示している。

実施例 2 は、図 1 に示す実施例 1 に比較して、高電圧変圧器 3 の二次巻線及び高電圧整流器 4 をより多く分割したもので、高電圧変圧器 3 の第一の二次巻線 32a

を 32a1 と 32a2 に、第二の二次巻線 32k を 32k1 と 32k2 に、そして高電圧整流器 4 の第一の高電圧整流器 4a を 4a1 と 4a2 に、第二の高電圧整流器 4k を 4k1 と 4k2 としてある。このように分割した高電圧変圧器 3 の第一の二次巻線 32a1 の出力電圧を前記第一の高電圧整流器 4a1 で直流に変換し、前記第一の二次巻線
5 32a2 の出力電圧を前記第一の高電圧整流器 4a2 で直流に変換して、前記第一の高電圧整流器 4a1 の直流出力電圧と前記第一の高電圧整流器 4a2 の直流出力電圧とを加算した電圧を X 線管 5 のアノード 5a とアース間に印加する。

一方、X 線管 5 のアースとカソード 5k 間には、高電圧変圧器 3 の第二の二次巻線 32k1 の出力電圧を前記第一の高電圧整流器 4k1 で直流に変換した電圧と、
10 前記第二の二次巻線 32k2 の出力電圧を前記第二の高電圧整流器 4k2 で直流に変換した電圧とを加算した電圧を印加する。なお、波形差位相差除去手段のトロイダルコア 6 を含むその他は図 1 の第 1 の実施例と同様であるので省略する。

上記図 3 のように構成することによって、高電圧変圧器 3 のインピーダンスの差によるアンバランス電圧をなくすることができる上に、高電圧変圧器の各二次巻線の層間の静電容量が小さくなり、さらにこれら二次巻線は直列に接続されるので、一次側に換算した等価浮遊静電容量は小さく、管電流が小さい軽負荷時に前記等価浮遊静電容量に流れる無効電流が低減されて装置全体の効率が向上するという効果がある。その他、高電圧変圧器 3 の二次巻線及び高電圧整流器 4 は分割され、それぞれ分割された二次巻線及び高電圧整流器の耐電圧は低くできるので、
15 さらなる小型化が可能になる。特に、高電圧整流器 4 の分割整流器 4a1, 4a2, 4k1, 4k2 はモールドして実装することができるので、一層の小型化が期待できる。

なお、本実施例では、高電圧変圧器 3 の二次巻線及び高電圧整流器 4 の分割数を 4 としたが、これに限定するものではなく、高電圧変圧器の浮遊静電容量による無効電流の低減及び装置の小型化と実装の点との兼ね合いから分割数は 4 より
25 大きくても良い。

また、上記においては、第一の接続導体 37a と第二の接続導体 37b を同じトロイダルコア 6 に貫通させるだけだったが、さらに結合を強めるためには、二つの共振電流 I_a , I_k が流れる接続導体を同じターン数だけこのコアに巻いても良い。

コアに貫通するだけでも、コアに同じターン数巻いても、上記管電圧が印加される間は常に、同時点毎に上記2つの一次巻線31aと31kにそれぞれ流れる電流値 I_a と I_k を除算して得られる比を所定比1に維持する。

5 なお、この実施例では高電圧変圧器の一次側を2つの巻線に、2次側を4つの巻線に分割した例を示したが、一次側も二次側もこれ以上の数に分割可能であり、そのときも任意の一次側巻線を組合わせて上述したように配置すればよい。この場合、トロイダルコアに貫通させる巻線は2本を超えてもよい。

10 また、一次側巻線が2つを超える場合は、別の巻線間からの一次電流を複数のペアとして、それぞれのペアの電流値 I を除算して得られる比を所定比1に維持する。例えば一次側巻線が4つのときは、ペアの組合わせは4通りが考えられるので、上記コアを4つ用意してそれぞれのペアをそれぞれのコアに通すことでアンバランス電圧の除去が高精度に行なえる。

15 なお、上記実施例1に記載したように、図3の高電圧変圧器の第一の一次側巻線と第一の二次側巻線の組および第二の一次側巻線と第二の二次側巻線の組それぞれの鉄心を分割してもよい。

実施例3

20 実施例3では、上記(1)で説明した高電圧変圧器のインピーダンスの差に加えて、上記(2)で説明した負荷のインピーダンスの差によるアンバランス電圧の除去が可能なX線高電圧装置を説明する。実施例1において、(1)高電圧変圧器のインピーダンスの発生に関する解析は説明したので、下記において、前記(2)の高電圧変圧器のインピーダンスの差による V_a と V_k の差(以下、これをアンバランス電圧と呼ぶ)の発生原因について分析し、引き続き本実施例による(1)と(2)の解決手段を説明する。

25 (2)の負荷のインピーダンスの差によるアンバランス電圧は、X線管を収納する容器の一部が金属で形成され、この金属部をアースに接続してなるメタルX線管を用いたインバータ式X線高電圧装置で発生する。図12に示すように、第一の高電圧整流器4aにX線管5'のアノード5a'を接続すると共に他方の第二の高電圧整流器4kにX線管5'のカソード5k'を接続し、かつ前記第一の高電圧整流器4a及び第二の高電圧整流器4kの出力の直列接続部に前記容器の金属部51

を接続し、さらにこの接続部をアースに接続して通常の X 線管と同様に前記第一及び第二の整流器 4a, 4k の出力電圧を X 線管 5' のアノード 5a' とアース及びカソード 5k' とアース間に印加して X 線を発生させる。

このようなメタル X 線管を用いた場合、図 12 において、高電圧変圧器 3 の第一の二次巻線 3c の出力電圧は、第一の高電圧整流器 4a で整流されて、電流 I_t が、第一の高電圧整流器 4a X 線管 5' のアノード 5a' カソード 5k' 第二の高電圧整流器 4k の回路で流れる。この時、上記 X 線管 5' のカソード 5k' から発生する熱電子の一部は、容器の金属部 51 を介してアースに流れ込み、電流 I_c が第二の高電圧整流器 4k X 線管 5' の金属部 51 カソード 5k' 第二の高電圧整流器 4k の回路で流れる。

すなわち、上記第一の二次巻線 3c は第一の高電圧整流器 4a を介して電流 I_t を供給し、第二の二次巻線 3d は第二の高電圧整流器 4k を介して I_t と I_c とを供給することになる。このことから、上記変圧器 5' において、第二の二次巻線 3d に流れる電流は、第一の二次巻線 3c に流れる電流よりも I_c だけ大きくなる。

ここで前述のように、高電圧変圧器 3 は、第一の一次巻線 3a 及び二次巻線 3c からなる第一の変圧器と、第二の一次巻線 3b 及び二次巻線 3d からなる第二の変圧器とに分けて考えられるから、第二の一次巻線 3b に流れる電流 I_{b1} は、第一の一次巻線 3a を流れる電流 I_{a1} よりも大きくなる。つまり、インバータ回路 2 の出力側から見ると、X 線管 5' に電力を供給する回路のうちカソード 5k' の回路はアノード 5a の回路よりも負荷インピーダンスが低いと見なすことができる。

そして通常のメタル X 線管の場合、撮影条件にもよるが、8%~13%程度カソード側のインピーダンスが低くなり、これによって図 13 に示すように、アノード・アース間電圧 V_a ' とカソード・アース間電圧 V_k ' に差が生じる。このような負荷インピーダンスの差によって生じるアンバランス電圧は、管電流 I_t が大きいほど大きくなる。

この負荷インピーダンスの差によって生じるアンバランス電圧に上記高電圧変圧器のインピーダンスの差によるアンバランス電圧が加われば、さらに X 線管のアノード・アース間電圧 V_a とカソード・アース間電圧 V_k の差が大きくなる。

図 4 を参照して、本発明の実施例 3 を説明する。図 4 は、高電圧変圧器のイン

ピーダンス及び負荷のインピーダンスの差によるアンバランス電圧を除去できるインバータ式 X 線高電圧装置を示す全体構成のブロック図である。

この実施例では、図 1 に示す第 1 の実施例のインバータ式 X 線高電圧装置の負荷となる X 線管にメタル X 線管を用い、かつインバータ 2 と高電圧変圧器 3 の一次巻線間に電流加算手段としての第二のコア 7 を設けている。背景技術および実施例 1 で説明した(1)の高電圧変圧器のインピーダンスの差によるアンバランス電圧を上記波形差位相差除去手段としての第一のコア 6 により除去するのに加えて、背景技術および本実施例の冒頭で説明した(2)のメタル X 線管におけるアノード・アース間の管電圧とカソード・アース間の管電圧との均衡化をも同時に達成する。

図 4 において、第一の高電圧整流器 4a に X 線管 5' のアノード 5a' を接続すると共に他方の第二の高電圧整流器 4k に X 線管 5' のカソード 5k' を接続し、かつ前記第一の高電圧整流器 4a と第二の高電圧整流器 4k の直列接続部に前記 X 線管容器の金属部 51 を接続し、さらにこの接続部をアースに接続して通常の X 線管と同様に前記第一及び第二の整流器 4a, 4k の出力電圧を X 線管 5' のアノード 5a' とアース間及びカソード 5k' とアース間に印加して X 線を発生させる。

アンバランス電圧をなくすには、二次巻線 32k の出力電圧を上げるように、第一の一次巻線 31a よりも第二の一次巻線 31k に、8 から 13%を目安により多くの電流を流すようにすれば良い。その具体的手段として、第 1 の実施例で用いたトロイダルコア 6 に加えて、このコア 6 と同じく AL 値の高い電流加算用の第二のコア 7 をインバータ 2 の出力と高電圧変圧器 3 の間に設ける。上記管電圧が印加される間は常に、同時点毎に上記 2 つの一次巻線 31a と 31k にそれぞれ流れる複数の電流値 I_a と I_k を除算して得られる比を、上記の 8 から 13%を加味した 108 から 113%の間の別途回路特性から判断される比に維持することで、(2)の原因によるアンバランス電圧をキャンセルできる。

このコア 7 を第一の共振電流 I_a が流れる第一の一次巻線 31a とインバータ 2 の出力端とを接続する第一の接続導体 37a に貫通させると共に、前記 I_a の $1/10$ の電流に相当する分の電流 I_b を前記電流 I_a と逆方向になるように第二の一次巻線とインバータ 2 の出力とを接続する第三の接続導体 37c に貫通させる。具体的

例として、前記第二の一次巻線 31k を通過した後の電流径路から迂回させた第三の接続導体 37c を前記コア 7 に 10 ターン巻く。この構成により、前記第 1 の実施例で述べたコア 6 の作用により、図 4 の I_a と I_k は等しく保たれると同時に、コア 7 内でも磁束が零(または、アンペア・ターンが一定)に保たれるように作用するので、

$$I_b = I_a / 10 \quad \text{--- (3)}$$

$$\begin{aligned} I_{b2} &= I_k + I_b \\ &= I_a + I_a / 10 \\ &= 1.1 \cdot I_a \quad \text{--- (4)} \end{aligned}$$

となり、第二の一次巻線 31k の電流値 I_b を第一の一次巻線 31a の電流 I_a よりも約 10%増加させることが可能となる。このように、インピーダンスの低い第二の共振回路の電流値を増加させることにより、図 6 のようにアノード側、カソード側の管電圧の均等化を図ることが可能となる。

なお、上記実施例 3 においては、電流加算用コア 7 の巻数比は 1:10 としたが、これに限らず、X 線管の特性に合わせて任意の巻数比を選択すれば良い。また、高電圧変圧器 3 の製作後のインピーダンスのバラツキや実動させての中性点上下での 2 次電圧は、製品の出荷検査時に計測され把握できるので、計測結果をもとに、アノード側とカソード側の管電圧が均等化するよう、適当な巻数比を選ぶようにしてもよい。上記の適当な巻数比を選択できるようにするためには、例えば、第二のコアの数箇所に端子を設けて巻数を調整できるようにすれば良い。

さらに、上記実施例は、波形差位相差除去手段としての第一のコア 6 及び電流加算用としての第二のコア 7 にトロイダルコアを適用した例であるが、本発明はこれに限らず十分な AL 値が得られる限り他の種類のコアを用いても構わない。

なお、図 5 の高電圧変圧器の構成に示すように、図 4 の高電圧変圧器の第一の一次側巻線と第一の二次側巻線の組および第二の一次側巻線と第二の二次側巻線の組それぞれの鉄心を分割してもよい。実施例 1 に記載したように、図 2 では、O 字状の鉄心 33 の上下の部分を左右に分割することになる。このような構成をとると、図 4 に示す鉄心を分離しない場合に比べ、一次と二次巻線の組同士が磁氣的に分離され、相互に及ぼす影響をなくすることができる点は、実施例 1 に記載

したとおりである。

実施例 4

図 7 は高電圧変圧器のインピーダンス及び負荷のインピーダンスの差によるアンバランス電圧を除去する本発明によるインバータ式 X 線高電圧装置の第 4 の実施例を示す全体構成のブロック図である。

実施例 4 は、高電圧変圧器 3 の二次巻線及び高電圧整流器 4 を図 3 の実施例よりも多く分割したもので、高電圧変圧器 3 の第一の二次巻線 32a を 32a1 と 32a2 に、第二の二次巻線 32k を 32k1 と 32k2 に、そして高電圧整流器 4 の第一の高電圧整流器 4a を 4a1 と 4a2 に、第二の高電圧整流器 4k を 4k1 と 4k2 に分割する。このように分割した高電圧変圧器 3 の第一の二次巻線 32a1 の出力電圧を前記第一の高電圧整流器 4a1 で直流に変換し、前記第一の二次巻線 32a2 の出力電圧を前記第一の高電圧整流器 4a2 で直流に変換して、前記第一の高電圧整流器 4a1 の直流出力電圧と前記第一の高電圧整流器 4a2 の直流出力電圧とを加算した電圧を X 線管 5' のアノード 5a' とアース間に印加する。

一方、X 線管 5' のアースとカソード 5k' 間には、高電圧変圧器 3 の第二の二次巻線 32k1 の出力電圧を前記第一の高電圧整流器 4k1 で直流に変換した電圧と、前記第二の二次巻線 32k2 の出力電圧を前記第二の高電圧整流器 4a2 で直流に変換した電圧とを加算した電圧を印加する。

波形差位相差除去手段としての第一のトロイダルコア 6 及び電流加算手段としての第二のトロイダルコア 7 を含むその他の構成要素については実施例 3 で説明した図 4 のものと同様であるので省略する。

上記図 7 のように構成することによって、高電圧変圧器 3 のインピーダンスの差及び負荷としての X 線管 5' のアノード・カソード間とカソード・アノード間のインピーダンスの差によるアンバランス電圧をなくすることができるほか、高電圧変圧器の各二次巻線の層間の静電容量が小さくなり、さらにこれらは直列に接続されるので、一次側に換算した等価浮遊静電容量は小さく、管電流が小さい軽負荷時に前記等価浮遊静電容量に流れる無効電流が低減されて、装置全体の効率が向上するという効果がある。その他、高電圧変圧器 3 の二次巻線及び高電圧整流器 4 は分割されるので、それぞれ分割された二次巻線及び高電圧整流器の

耐電圧は低くできるので、さらなる小型化が可能になる。

なお、上記図 7 の実施例では、高電圧変圧器 3 の二次巻線及び高電圧整流器 4 の分割数を 4 としたが、本発明はこれに限定するものではなく、高電圧変圧器の浮遊静電容量による無効電流の低減及び装置の小型化と実装の点との兼ね合いから分割数は 4 より大きくても良い。

また、上記図 7 に示す実施例 4 においては、電流加算用コア 7 の巻数比は 1:10 としたが、これに限らず、X 線管の特性に合わせて任意の巻数比を選択すれば良い。

さらに、高電圧変圧器 3 の製作後のインピーダンスのバラツキや実動させての中性点上下での 2 次電圧は、製品の出荷検査時に計測され把握できるので、この計測結果をもとに、アノード側とカソード側の管電圧が均等化するように、適当な巻数比を選ぶようにしてもよい。上記の適当な巻数比を選択できるようにするためには、図 4 の実施例と同様、第二のコアの数箇所に端子を設けて巻数を調整できるようにすれば良い。

さらにまた、この実施例においては、コモン電流除去手段としての第一のコア 6 及び電流加算用としての第二のコア 7 にトロイダルコアを適用したが、本発明はこれに限らず十分な AL 値が得られる限り他の種類のコアを用いても構わない。

さらにまた、第一の接続体 37a と第二の接続導体 37b をトロイダルコア 6 に、第一の接続体 37a と第三の接続導体 37c をトロイダルコア 7 に貫通させるのみとしたが、さらに結合を強めるためには、二つの共振電流 I_a 、 I_k が流れる接続導体を同じターン数だけコアに巻いても良い。

上記管電圧が印加される間は常に、同時点毎に上記 2 つの一次巻線 31a と 31k にそれぞれ流れる複数の電流値 I_a と I_k を除算して得られる比を実施利例 3 に記載した 108 から 113%のいずれかに維持し、こうして成立した比を別に設けたコアとこれに貫通または巻回された 2 本の一次側導体によって維持することで、(2)の原因によるアンバランス電圧をキャンセルするとともに、(1)の原因によって生ずるアンバランス電圧も調整できる。

また、一次側巻線が 2 つを超える場合は、別の巻線間からの一次電流を複数のペアとして、それぞれのペアの電流値 I を除算して得られる比を所定比 1 に維持

する。例えば一次側巻線が4つのときは、ペアの組合わせは4通りが考えられるので、上記コアを4つ用意してそれぞれのペアをそれぞれのコアに通すことでアンバランス電圧の除去が高精度に行なえる。

5 なお、この実施例では高電圧変圧器の一次側を2つの巻線に、2次側を4つの巻線に分割した例を示したが、一次側も二次側もこれ以上の数に分割可能であり、そのときも任意の一次側巻線を組合せて上述したように配置すればよい。この場合トロイダルコアに巻かれる巻線は2本を超えてもよい。

10 以上、上記実施例1から4に示したように、インバータの出力側と高電圧変圧器の一次巻線間に波形差位相差除去手段及び電流加算手段を設けることによって、高電圧変圧器のインピーダンスと負荷インピーダンスの差によって生じるX線管のアノード・アース間電圧とカソード・アース間電圧の差を小さくすることができ、これによって、X線管はもとより高電圧変圧器や高電圧整流器及びこれらに付属する高電圧部品の耐電圧を必要最小限まで低くすることができ、X線高電圧装置のさらなる小型、軽量化が可能となる。

15 なお、上記の実施例は、インバータ式X線高電圧装置とX線管を組み合わせたX線発生装置の例であるが、本発明はこれに限定するものではなく、X線高電圧装置は中性点接地方式のものであればいかなるものでも良い。また、回路インピーダンスの差によるアンバランス電圧と負荷インピーダンスの差によるアンバランス電圧との両方のアンバランス電圧を低減する必要のない場合は、それぞれ単
20 独で用いても良い。

 なお、上記実施例1に記載したように、図7の高電圧変圧器の第一の一次側巻線と第一の二次側巻線の組および第二の一次側巻線と第二の二次側巻線の組それぞれの鉄心を分割してもよい。

実施例5

25 実施例5では図8に示すインバータ式X線高電圧装置を用いたX線CT装置について説明する。図8は、メタルX線管を負荷とする図4に示したX線高電圧装置をスキャナ回転部に搭載したX線CT装置の構成を示す図である。この実施例のX線発生装置は、交流電源を介して該電源の交流電力を給電するスリップリングとブラシから成る電力伝達機構、昇圧と高力率機能を備えたパルス幅変調制

御型直流／交流変換回路(特開平 7-65987 号公報に開示、以下、昇圧型高力率 AC-DC コンバータと呼ぶ)、インバータ、高電圧変圧器、メタル X 線管などからなる。

図 8 中、100 は周波数が 50Hz 又は 60Hz の三相交流電源、102a, 102b, 102c は前記交流電源 100 に接続されこの交流電圧をスキャナの回転部 108 へ伝達するためのブラシ、111a, 111b, 111c は前記ブラシ 102a, 102b, 102c に接触しながらスキャナ回転部 108 と共に回転するスリップリングで、前記ブラシ 102a, 102b, 102c と前記スリップリング 111a, 111b, 111c で電力伝達機構を構成している。

120a, 120b, 120c は交流電源 100 の各相に直列に挿入したインダクタ、130 はインダクタ 120a, 120b, 120c に接続されこれらのインダクタと共に構成する昇圧型高力率 AC-DC コンバータ、121 は昇圧型高力率 AC-DC コンバータ 130 の出力電圧を平滑するコンデンサで、前記 AC-DC コンバータ 130 の出力直流電圧を高周波の交流に変換するインバータ 2 からメタル X 線管 5' までは上記図 4 の実施例と同じであるので、その構成の説明については省略する。

130a はスリップリング 111a, 111b, 111c を介して昇圧型高力率 AC-DC コンバータ 130 に供給される電流と該コンバータ 130 の直流出力電圧を検出しながら AC-DC コンバータ 130 を制御するコンバータの制御回路、2a は X 線管 5' に供給する直流高電圧(管電圧)を検出してこれを入力し、この検出した管電圧が所望の電圧になるようにインバータ 2 を制御するインバータ制御回路である。140 は、昇圧型高力率 AC-DC コンバータ 4 の出力側に接続され、この直流電圧 Vdc から 50Hz~200Hz 程度の交流を発生させ、X 線管 5' の陽極を回転駆動するための陽極回転駆動回路で、通常のインダクションモータ用インバータと同様の構成と機能を有している。

以上により X 線発生装置 80 を構成し、X 線管 5' から放射された X 線は、被検体 109 を透過したのち、X 線検出部 107 を構成する検出器 116 で検出され、さらに増幅器 117 で増幅される。111d はスキャナの回転部 108 に搭載されたスリップリング、102d はスリップリング 111d に接触しながら前記増幅器 117 から出力される X 線検出信号を伝達するブラシ、112 は前記ブラシ 102d から伝達され

た X 線検出信号から断層像を生成する画像処理装置、110 は画像処理装置 112 に接続され生成された断層像を表示する画像表示装置である。このように、上記 X 線発生装置 80 と X 線検出部 107 はスキャナ回転部 108 に搭載され、本発明による X 線 CT 装置は、前記スキャナ回転部 108 と、図示省略の被検体 109 を載置する寝台と、前記画像処理装置 112 と画像表示装置 110 を含む図示省略の操作卓との 3 つのユニットで構成される。

次に、このように構成された X 線 CT 装置の動作について説明する。

被検体を寝台に載置し、位置決めを行った後に、図示省略の操作卓でスライス位置、スキャン数、スキャン時間、管電圧、管電流などの各種条件を設定すると、前記操作卓からの操作指令に基づいて図示省略のスキャナ駆動部によりスキャナ回転部 108 が起動し、スキャン可能な所定の回数になるまで加速する。一方、X 線発生装置 80 は、昇圧型高力率 AC-DC コンバータ 130 により、スリップリング 111a, 111b, 111c への入力電流が正弦波で、該スリップリングに入力される電圧との位相を一致させて力率をほぼ 1 にし、かつ直流出力電圧 V_{dc} を交流電源 100 の電圧のピーク値より高くなるように動作する。

すなわち、力率及び電圧を高くする機能を有している。これらの機能を持つ AC-DC コンバータを X 線高電圧装置に適用した場合の構成及び動作は、特開平 7-65987 号公報などに開示されているので、その説明の詳細は省略するが、前記スリップリング 111a, 111b, 111c から出力される交流電源と前記コンバータ 130 との間にインダクタ 120a, 120b, 120c を接続し、これらのインダクタと前記コンバータ 130 の直流出力の正側、負側の各間に、自己消孤可能なスイッチング素子、例えば絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (Insulated Gate Bipolar Transistor、以下、IGBT と略称する) を接続してフルブリッジ型 3 相全波整流回路を構成し、かつこれらの自己消孤可能なスイッチング素子に各々逆並列にダイオードを接続して AC-DC コンバータ 130 を構成する。

そして、このコンバータ 4 に入力する電流を検出して、該コンバータの入力電流と入力電圧との位相を一致させ、かつ前記コンバータ 130 の直流出力電圧が所定の電圧になるように前記コンバータ制御回路 130a で前記スイッチング素子をパルス幅変調 (Pulse Width Modulation、以下、PWM と略称) 制御する。

このような機能の高力率 AC-DC コンバータを X 線発生装置に適用すると、スリップリング 111a, 111b, 111c に流れる電流を最小限にすることが可能である。すなわち、従来のダイオード又はサイリスタを用いたフルブリッジ構成の三相全波整流回路を用いた場合は、その整流回路が交流電源から入力する有効電力と皮相電力の比、すなわち、力率は 0.4~0.6 程度である。

上記のような力率 1 で電力を取り込める昇圧型高力率 AC/DC コンバータの場合、上記従来のダイオード又はサイリスタによる全波整流回路に対して、交流電源 100 からコンバータ 130 に取り込む入力電流は $1/2.5 \sim 1/1.67$ 程度で良いことになり、かつその入力電流の波形は正弦波となる。したがって、スリップリングとブラシに流れる電流が小さくて済み、接触面で発生する電力損失による発熱を低減することができる。また、スリップリングに流れる電流の周波数も 50Hz 又は 60Hz と、20kHz インバータの出力を伝達する場合に比べて格段に低いので、スリップリングに発生していた渦電流による損失も低減する。

この結果、スリップリングとブラシから成る電力伝達機構の電力損失が大幅に低減し、信頼性の高い X 線発生装置を構成することが可能になる。さらに、交流電源の容量も、従来の 60~70% で良いという効果もある。また、図 8 に示した昇圧型高力率 AC-DC コンバータ 130 は、自己消弧可能なスイッチング素子を PWM 制御することによって、上記インダクタ 120a, 120b, 120c に電磁エネルギーを蓄えることができるので、この電磁エネルギーを上記平滑コンデンサ 121 へ放出して該平滑コンデンサに交流電源 100 のピーク電圧以上の電圧を充電することができる。

すなわち、直流出力電圧 V_{dc} を交流入力電圧のピーク値よりも高くする昇圧機能を有しており、昇圧型高力率 AC-DC コンバータ 130 の出力側に接続されているインバータ 2 を高電圧で動作させることが可能で、一次側からみた高電圧変圧器 3 の二次巻線の浮遊静電容量を効果的に低減させることが可能で、それだけインバータ 2 の電流と、高電圧変圧器 3 の一次巻線電流は低減し、これら回路内に生じる損失を大幅に低減することが可能となる。

このようにして昇圧されたコンバータ 130 の出力電圧をインバータ 2 で商用電源 100 の周波数よりも高い周波数の交流に変換し、この電圧を高電圧変圧器 3 で

昇圧し、この昇圧した交流電圧を高電圧整流器 4a、4k で直流に変換してメタル X 線管 5' に印加する。前記高電圧変圧 3 の第一の一次巻線 31a、二次巻線 32a、漏れインダクタンス 35a、浮遊静電容量 36a で構成される第一の変圧器のインピーダンスと第二の一次巻線 31k、二次巻線 32k、漏れインダクタンス 35k、浮遊静電容量 36k で構成される第二の変圧器のインピーダンスと差によって生じる X 線管 5' のアノード・アース間電圧 V_a' とカソード・アース間電圧 V_k' との差のアンバランス電圧を波形差位相差除去手段 6 で除去すると共に、前記 X 線管 5' のアノード・アース間とカソード・アース間電圧のインピーダンスの差によって生じる該 X 線管 5' のアノード・アース間電圧 V_a' とカソード・アース間電圧 V_k' との差のアンバランス電圧を電流加算手段 7 で除去する。

上記のように構成された昇圧型高力率 AC-DC コンバータで高電圧化された直流電圧をメタル X 線管 5' の陽極駆動回路 140 に供給して適宜な電圧、周波数の三相又は単相の交流電圧を発生させて、この電圧を X 線管 5' の回転陽極駆動機構(図示省略)に印加して X 線管の陽極を駆動する。この陽極回転駆動回路 140 の構成と動作は、特開 2000-150193 号公報に等に従って詳述されているので、ここでは詳しい説明は省略する。

以上の動作により、スキャナ回転部 108 が回転し、X 線発生装置 80 のインバータ 2 の直流電源電圧は撮影管電圧に対応した値に設定され、そしてこの電圧は陽極回転駆動回路 140 に入力されて X 線管 5' の陽極 5a' は所定の回転数で回転し、撮影の準備は整う。

スキャナ回転部 108 がスキャン時間に対応した回転数に達すると、スキャンを開始し、インバータ 2 が動作して X 線管 5' に撮影条件に応じた管電圧が印加され、管電流が流れて X 線管 5' から撮影条件に応じた X 線が放射される。この放射された X 線は、被検体 109 を透過したのち、X 線検出部 107 を構成する検出器 116 で検出され、さらに増幅器 117 で増幅されて、スリップリング 111d と、ブラシ 102d による伝達機構を介して画像処理装置 112 に取り込まれ、記憶される。スキャナが所定の一定の回転数で回転して所定範囲の被検体透過データを収集し、X 線検出器特性等の各種の補正を行って投影データ得、これを画像処理装置 112 に記憶し、このデータを用いて画像再構成処理を行い、再構成された断層

画像を画像表示装置 110 に表示する。

なお、上記実施例 3 に記載したように、図 4 のインバータ式 X 線高電圧装置に代えて、図 5 の高電圧変圧器の鉄心が分割されたインバータ式 X 線高電圧装置を使用してもよい。この場合、上記オフセット電圧の補正がより確実となる。

- 5 以上、本発明による X 線 CT 装置によれば、X 線発生装置のインバータの出力側と高電圧変圧器の一次巻線間に波形差位相差除去手段及び電流加算手段を設けて、高電圧変圧器のインピーダンスと負荷インピーダンスの差によって生じる X 線管のアノード・アース間電圧とカソード・アース間電圧の差を小さくすることができる。

- 10 これによって、X 線管はもとより高電圧変圧器や高電圧整流器及びこれらに付属する高電圧部品の耐電圧は必要最小限まで低くすることができるので、X 線発生装置は小型化、軽量になり、スキャナ重量の低減による高速スキャンの X 線 CT 装置が可能となる。

15 産業上の利用可能性

以上、本発明によれば、中性点接地方式の X 線高電圧装置に、波形差位相差除去手段及び電流加算手段を設けたので、高電圧変圧器のインピーダンスと負荷インピーダンスの差によって生じる X 線管のアノード・アース間電圧とカソード・アース間電圧の差を小さくすることができる。

- 20 これによって、X 線管はもとより高電圧変圧器や高電圧整流器及びこれらに付属する高電圧部品の耐電圧を必要最小限まで低くすることができるので、X 線発生装置の小型、軽量化をしても装置の安定性と信頼性を維持可能となる。特に、X 線高電圧装置にインバータ式の X 線高電圧装置を用いれば、インバータの動作周波数の高周波化による高電圧変圧器の小型、軽量化効果も加わって、X 線発生装置は、装置の安定性と信頼性を維持したままさらに小型、軽量なものとなる。

25 そして、このような X 線発生装置を X 線 CT 装置のスキャナに搭載することにより、安定した動作でスキャンの高速化が図られ、心臓撮影なども可能な X 線 CT 装置を提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 交流電源に並列に接続された複数の一次巻線と、少なくともひとつの鉄心と、前記一次巻線にそれぞれ対応する複数の二次巻線を有し、前記交流電源電圧を昇圧する高電圧変圧器と、
5 この高電圧変圧器の前記複数の二次巻線の出力に接続され、その出力を直流に変換し、直流変換した出力を直列接続し、その直列接続の中間を中性点接地するよう構成された複数の高電圧整流回路と、
前記直列接続された複数の高電圧整流回路の両端にある直流出力負端子と直流出力正端子とに、それぞれそのカソードとアノードが接続され、
10 ここから所定の管電圧の印加を受ける X 線管と、
を備えてなる X 線発生装置において、
上記管電圧が印加される間は常に、同時点毎に前記複数の一次巻線にそれぞれ流れる複数の電流値を除算して得られる比を所定比に維持することを特徴とする X 線発生装置。
15
2. 上記所定比を 1 とし、複数の一次巻線にそれぞれ流れる複数の電流間に生ずる波形の差および位相の差を波形位相差除去手段により除去することで上記所定比を維持することを特徴とする請求項 1 に記載の X 線発生装置。
- 20 3. 上記波形位相差除去手段は、透磁率の大きい磁性材料からなり中穴を有するコアを有し、前記複数の一次巻線と上記交流電源間を接続する複数の導体の一部を上記中空穴に貫通または巻回し、上記一次電流により発生する磁界を相互に打ち消すことで上記波形の差および位相の差を除去することを特徴とする請求項 2 に記載の X 線発生装置。
- 25 4. 上記コアは、AL 値が高く、前記高電圧変圧器の漏れインダクタンスと同等以上のインダクタンスが得られるコアであることを特徴とする請求項 3 に記載の X 線発生装置。
5. 上記交流電源は、直流電源とここからの電流を高周波の交流電流に変換するインバータを有することを特徴とする請求項 1 に記載の X 線発生装置。

6. 上記 X 線管はそのほぼ中央に金属部を有するメタル X 線管であり、その金属部は上記接地された中性点に接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の X 線発生装置。

7. 上記所定比は 1 より小さいことを特徴とする請求項 6 に記載の X 線発生装置。

8. 上記複数の一次巻線と上記交流電源間をそれぞれ接続する複数の導体のうち二つ以上を透磁率の大きい磁性材料コアに共通に巻きつけて得られる電流加算手段を備え、これにより上記複数の電流値を所定比に維持することを特徴とする請求項 7 に記載の X 線発生装置。

9. 前記コアは、AL 値が高く、前記高電圧変圧器の漏れインダクタンスと同等以上のインダクタンスが得られるコアであることを特徴とする請求項 8 に記載の X 線発生装置。

10. 上記所定比を 1 より小さくし、複数の一次巻線にそれぞれ流れる複数の電流間に生ずる波形の差および位相の差を除去可能な波形位相差除去手段、および、

上記複数の一次巻線と上記交流電源間をそれぞれ接続する複数の導体のうち二つ以上を透磁率の大きい磁性材料コアに共通に巻きつけて得られる電流加算手段を備え、

上記波形位相差除去手段と上記電流加算手段により、上記複数の電流値を所定比に維持することを特徴とする請求項 6 に記載の X 線発生装置。

11. 上記波形位相差除去手段は、透磁率の大きい磁性材料からなり中穴を有するコアを有し、上記複数の導体の一部を上記中空穴に貫通または巻回し、上記一次電流により発生する磁界を相互に打ち消すことで上記波形の差および位相の差を除去することを特徴とする請求項 10 に記載の X 線発生装置。

12. 上記 2 つのコアは、AL 値が高く、前記高電圧変圧器の漏れインダクタンスと同等以上のインダクタンスが得られるコアであることを特徴とする請求項 11 に記載の X 線発生装置。

13. 上記請求項 1 に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれ

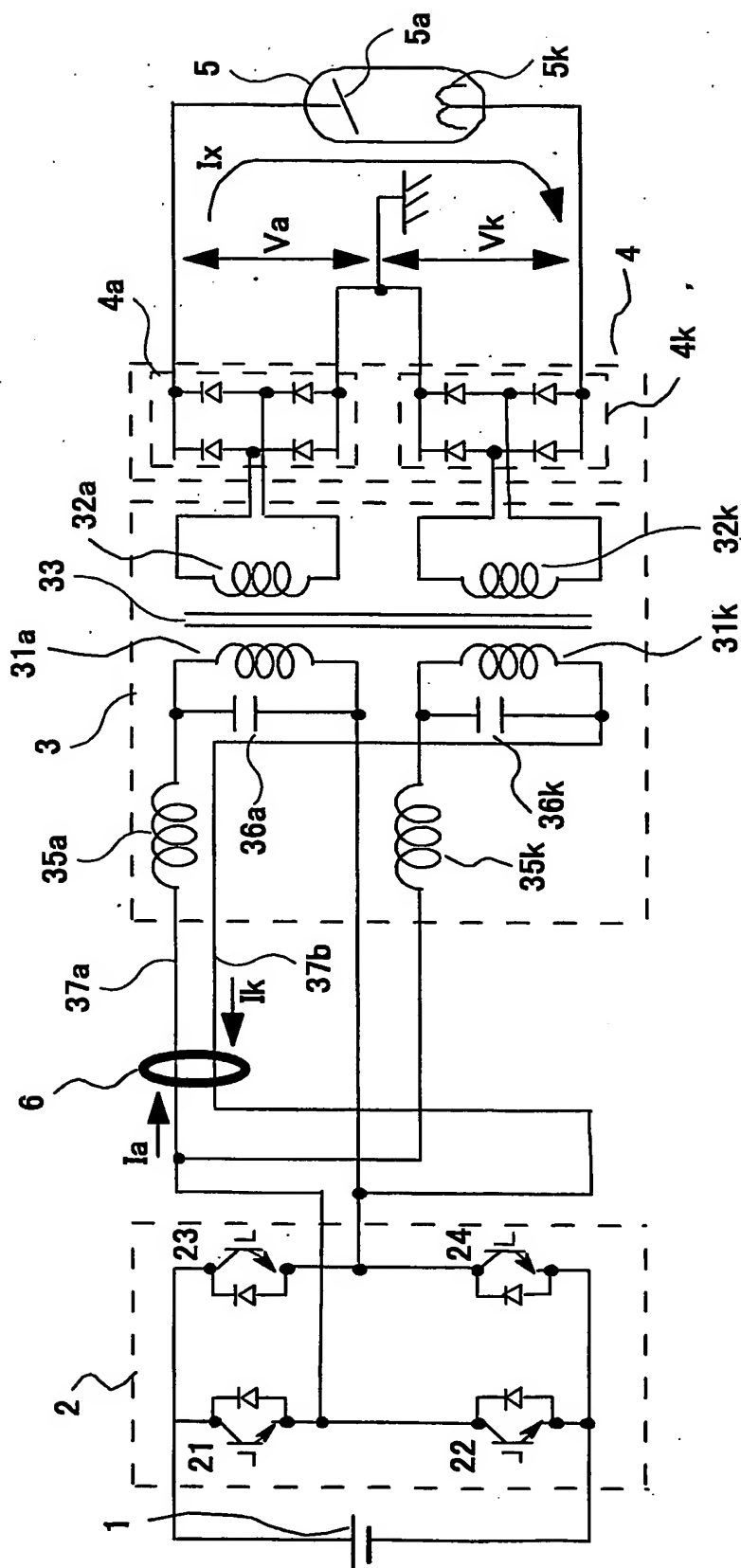
た X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置。

- 5 14. 上記請求項 5 に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置。

- 10 15. 上記請求項 7 に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置。

- 15 16. 上記請求項 10 に記載の X 線発生装置と、上記 X 線管に対向して置かれた X 線検出器と、これら X 線管及び X 線検出器を保持し、被検体の周りを回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線の強度に基づいて前記被検体の断層像を画像再構成する画像再構成手段とを備えた X 線 CT 装置。

一、
圖



2/11

図2

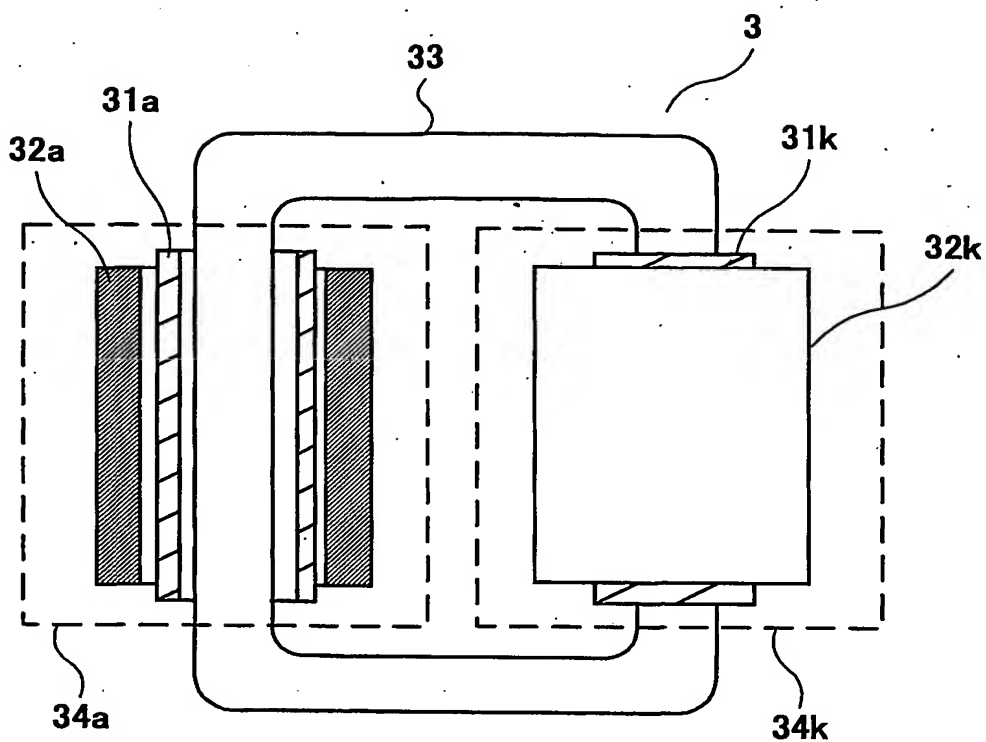
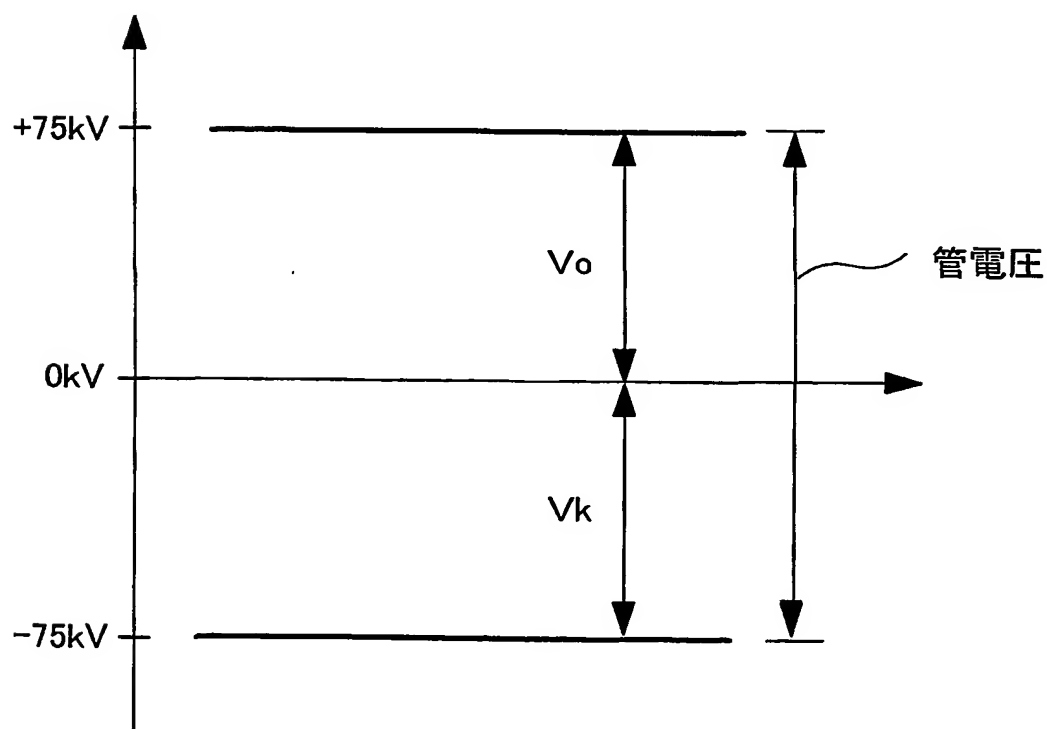
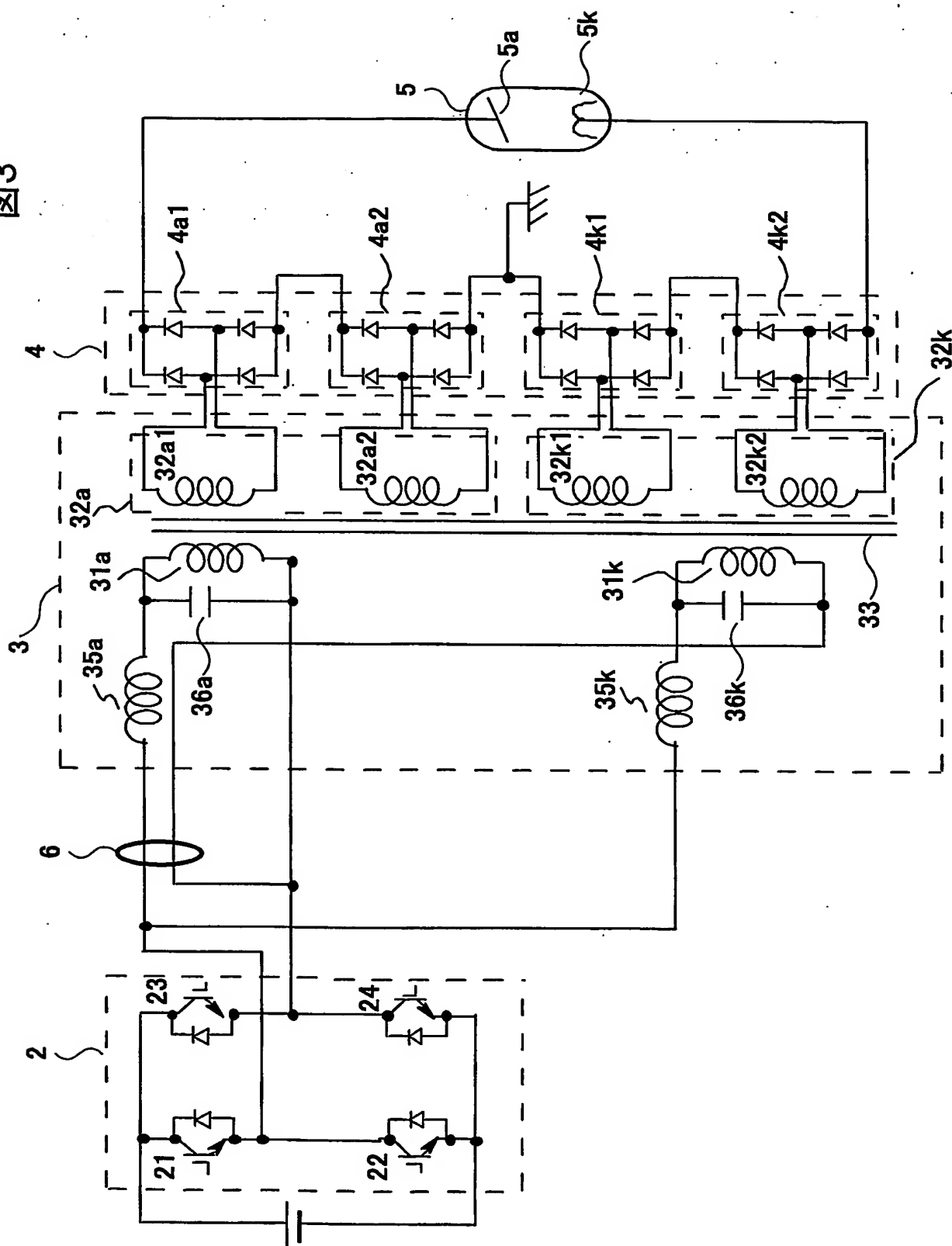


図6



3/11

図3



6/11

図7

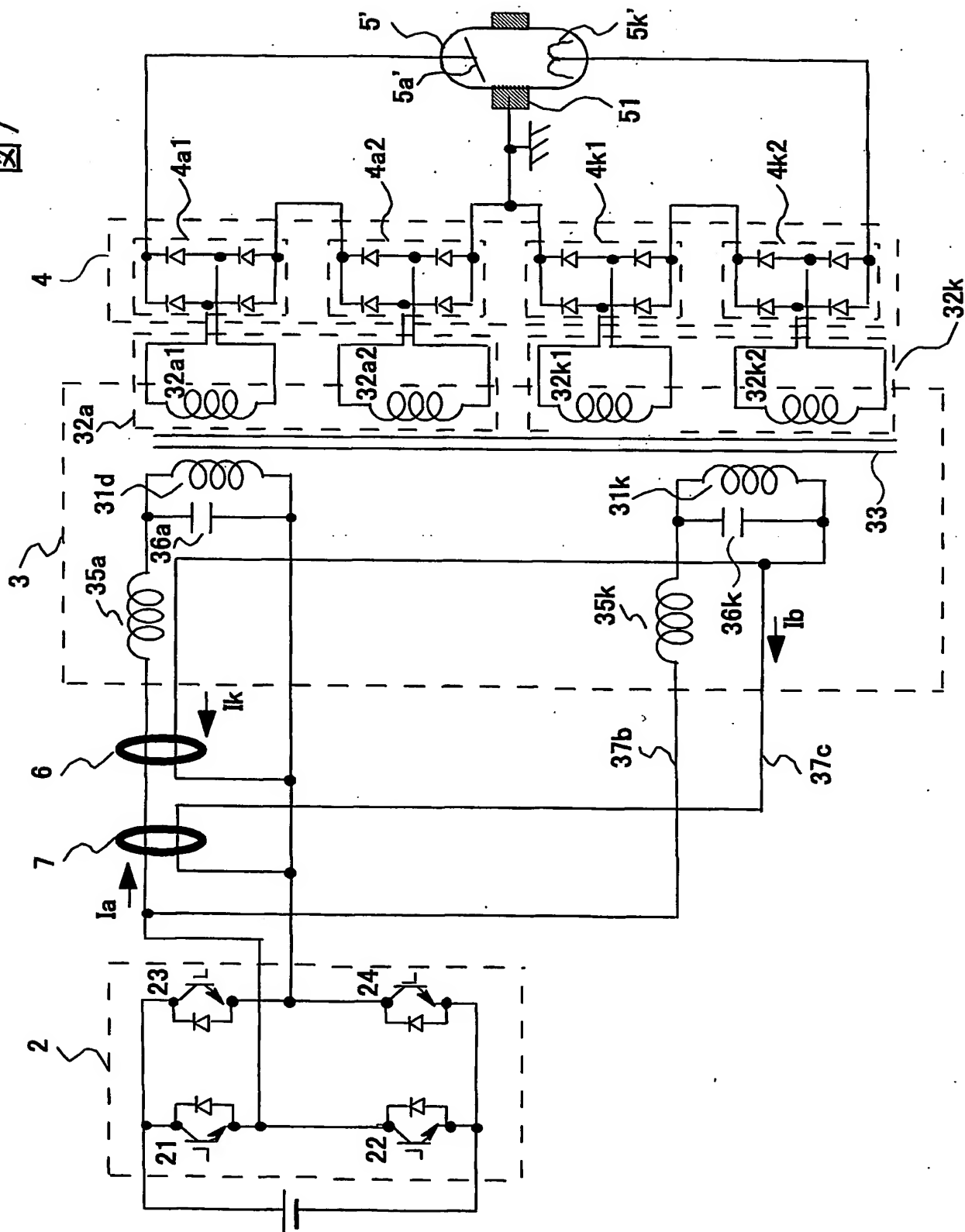


図8

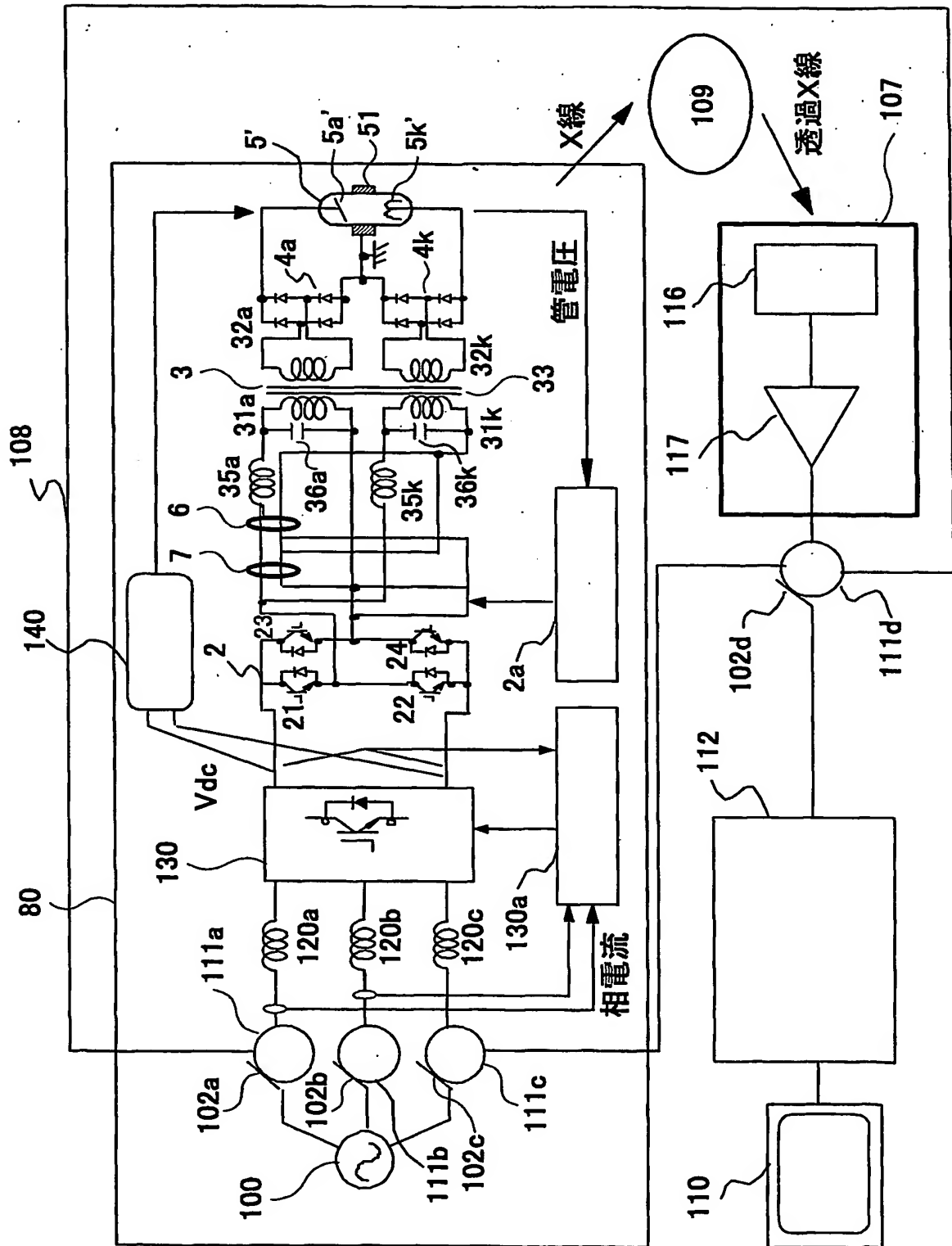
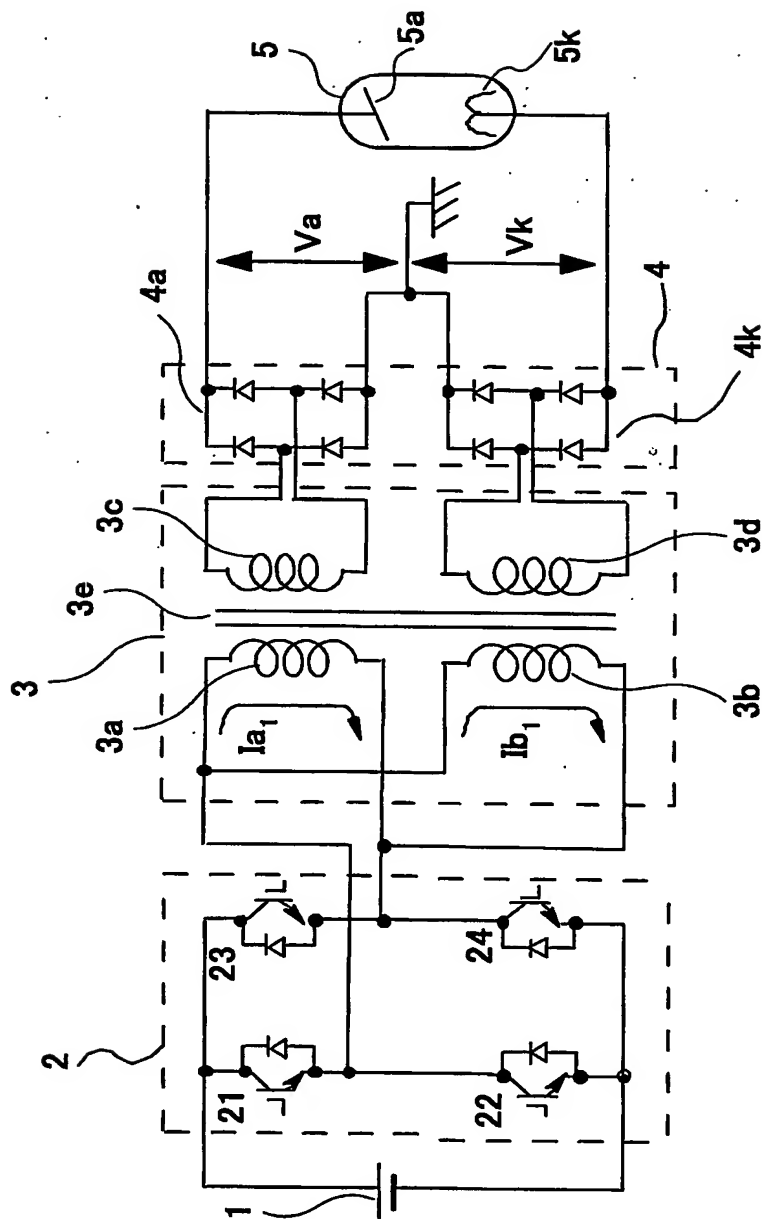


図9



9/11

図10

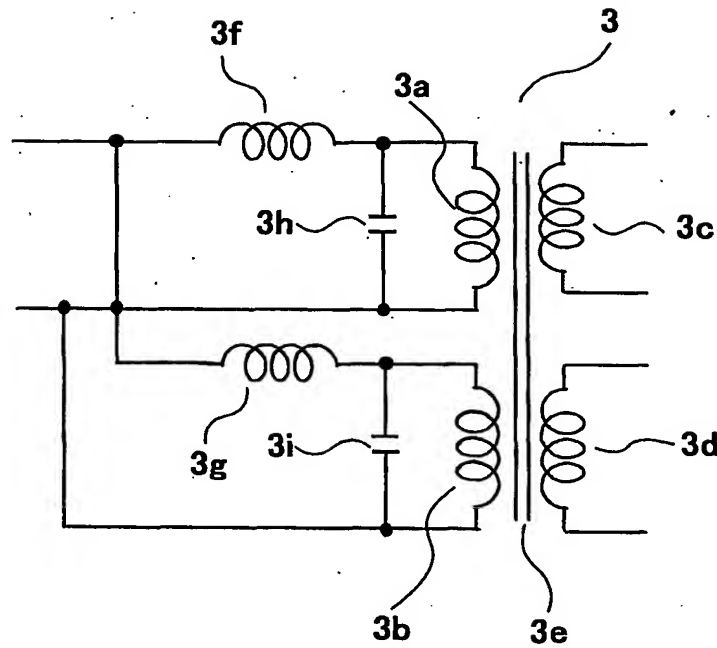


図11(a)

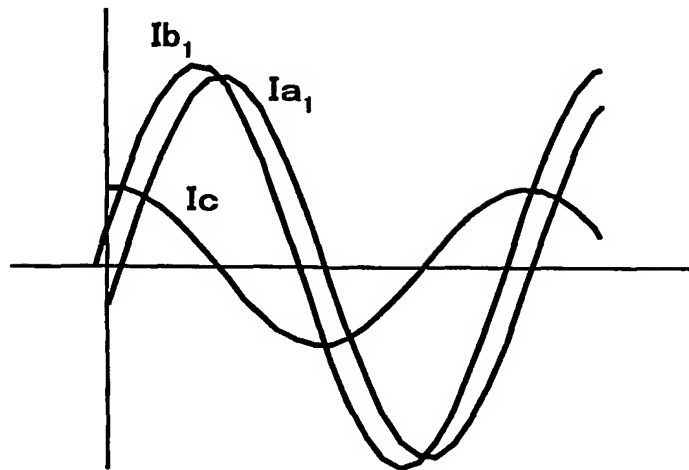
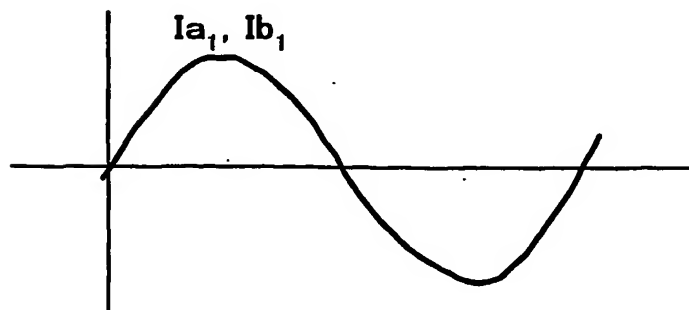
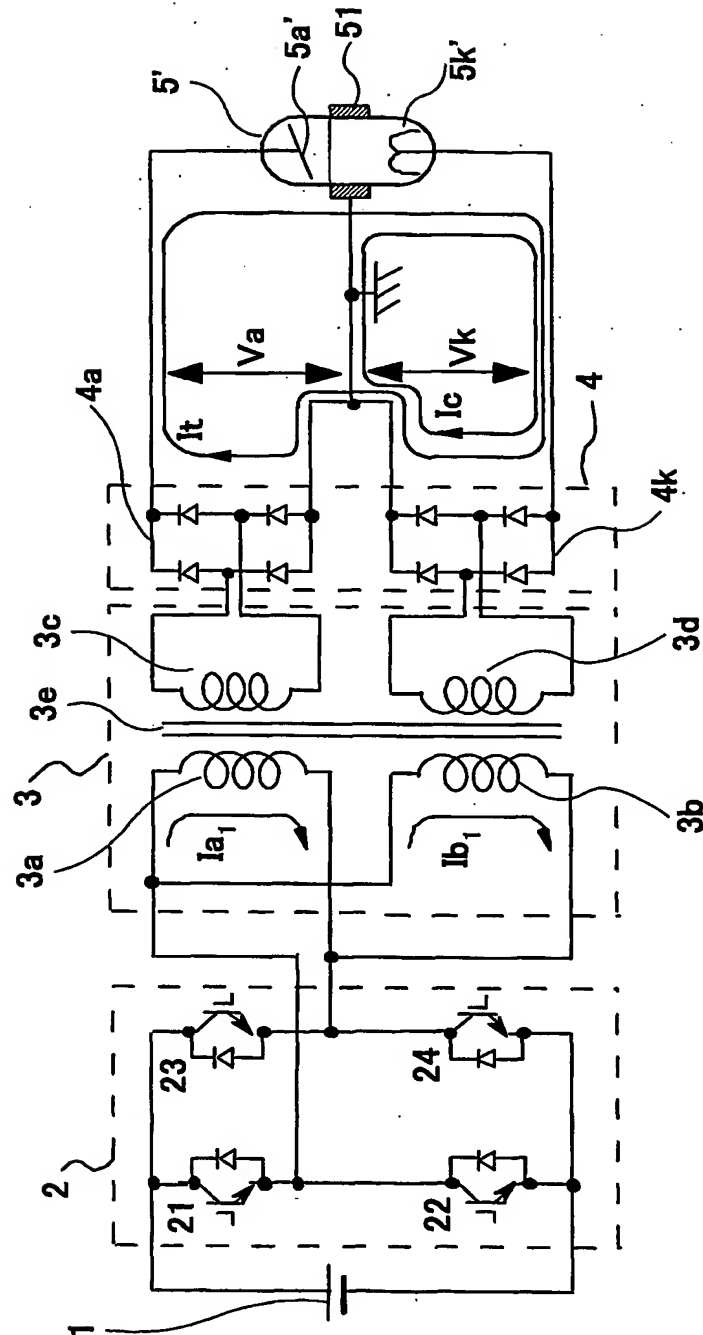


図11(b)



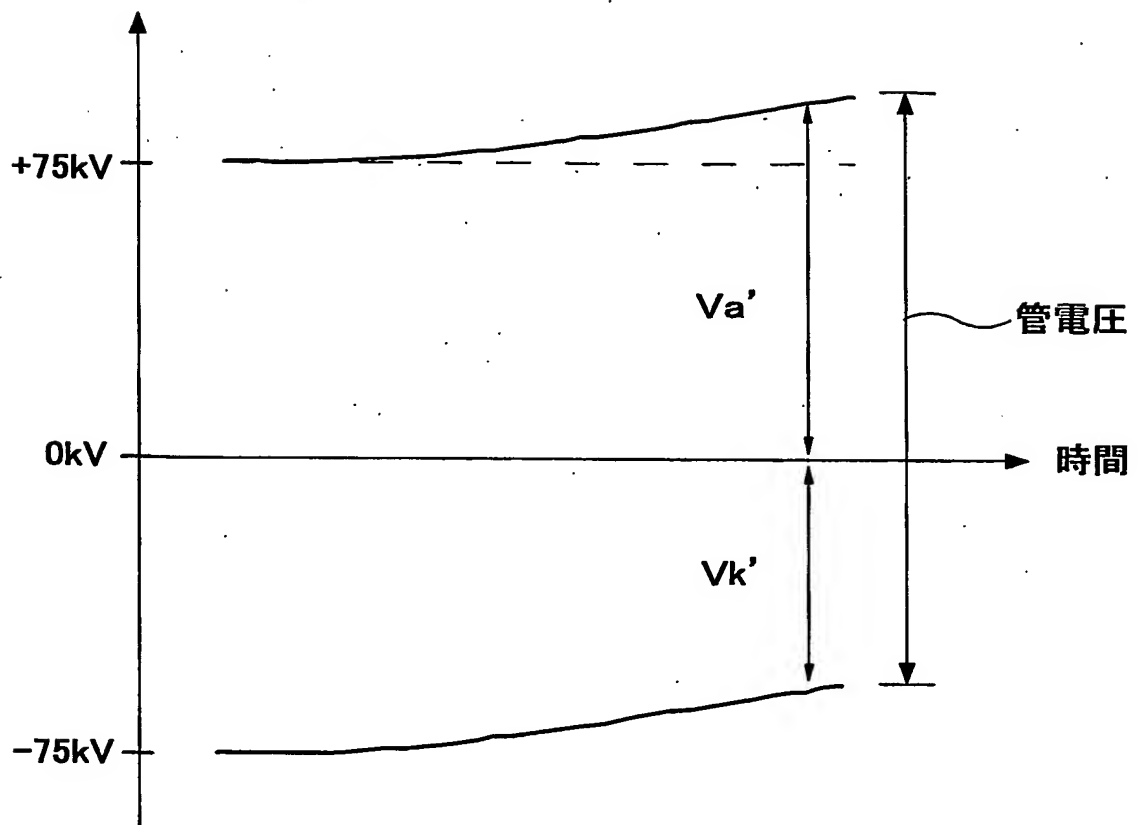
10/11

図12



11/11

図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H05G1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H05G1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 5-307998 A (Hitachi Medical Corp.), 19 November, 1993 (19.11.93), Fig. 2 (Family: none)	1, 5-7, 13-15 3, 4
X A	JP 5-315085 A (Hitachi Medical Corp.), 26 November, 1993 (26.11.93), Fig. 2 (Family: none)	1, 2, 5, 6, 13-15 3, 4
X A	JP 8-255694 A (Philips Electronics N.V.), 01 October, 1996 (01.10.96), Fig. 5 & US 5731968 A	1, 2, 5, 6, 13-15 3, 4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
19 December, 2003 (19.12.03)

Date of mailing of the international search report
20 January, 2004 (20.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11358

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The international search has revealed that the technical feature common to claims 1, 2, 5-7 is not novel since it is disclosed in documents JP 5-307998 A (Hitachi Medical Corp.), 19 November, 1993 (19.11.93), JP 5-315085 A (Hitachi Medical Corp.), 26 November, 1993, and JP 8-255694 A (Philips Electronics N.V.), 1 October, 1996 (01.10.96). The technical feature common to claims 13-15 is mere the one in which a known art is added to the technical feature common to claims 1, 5, 7. The inventions of claims 5-7, 13-15 that are judged to be not novel nor to involve any inventive step are in the same group where the first independent series (claims 1-4) of the first invention are included, (Continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-7, 13-15

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11358

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet.(1)

while the inventions of claims 8-12, 16 involving an apparent common special technical feature form another group. Therefore, the application contains two groups of inventions.

Consequently, it appears that claims 1-16 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H 0 5 G 1 / 3 2

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H 0 5 G 1 / 3 2

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P 5-307998 A (株式会社日立メディコ) 1993. 11. 19, 図2 (ファミリーなし)	1, 5-7, 13-15 3, 4
X A	J P 5-315085 A (株式会社日立メディコ) 1993. 11. 26, 図2 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6, 13-15 3, 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 12. 03

国際調査報告の発送日

20.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小田倉 直人

2W

9163

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

C (続き) . . . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-255694 A (フィリップス エレクトロニクス ネーローゼ フェンノートシャ ップ)	1, 2, 5, 6, 13-1 5
A	1996. 10. 01, 図5 (ファミリーなし) & US 5731968 A	3, 4

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に三以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1, 2, 5-7は、文献JP 5-307998 A (株式会社日立メディコ) 1993. 11. 19, 文献JP 5-315085 A (株式会社日立メディコ) 1993. 11. 26, 文献JP 8-255694 A (フィリップス エレクトロニクス ネーゼ フェンノートシャッブ) 1996. 10. 01にそれぞれ開示されているから新規なものではない。また、請求の範囲13-15は、それぞれ請求項1, 5, 7に記載の技術的特徴に周知技術を付加したものにすぎない。その結果、主発明である最初の従属系列 (請求の範囲1-4) に新規性・進歩性の否定された請求の範囲5-7, 13-15を区分し、一方、当座の特別な技術的特徴を共通にする請求の範囲8-12, 16を別の区分とするから、本願の請求の範囲には2つの発明が記載されているものと認められる。よって、請求の範囲1-16は発明の単一性を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1-7, 13-15

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。